



Наука—

образованию, производству, экономике

Материалы Девятой
международной
научно-технической
конференции

3

**Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**НАУКА –
ОБРАЗОВАНИЮ,
ПРОИЗВОДСТВУ,
ЭКОНОМИКЕ**

**Материалы Девятой международной
научно-технической конференции
В 4 томах**

Том 3

**Минск
2011**

082

УДК ~~001.37+658+338~~(063)

ББК ~~72я431~~

Н34

В сборнике представлены материалы Девятой международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике», тематика которых посвящена актуальным проблемам современной науки.

Редакционная коллегия:

Б.М. Хрусталеv – академик НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор, Ф.А. Романюк – д-р техн. наук, профессор, А.С. Калиниченко – д-р техн. наук

ISBN 978-985-525-809-5 (Т.3)
ISBN 978-985-525-808-8

© Белорусский национальный
технический университет, 2011

Технические и прикладные науки

**Геодезия и картография –
инновационные технологии**

Аппроксимация поверхности дорожного покрытия вероятностно-статистическим методом по результатам геодезических измерений

Леонович И. И., Подшивалов В. П.

Белорусский национальный технический университет

Для определения ровности дорожного покрытия используются различные методы. Среди них метод сканирования поверхности, профилометрический метод, методы, основанные на использовании толчковых и измерительных реек. Методы, основанные на нивелировании, по нашему мнению, предоставляют новые возможности для оценки ровности участков дорожного покрытия различной протяженности и геометрии вероятностно-статистическими методами.

Обсуждается один из возможных методов определения продольной и поперечной ровности дорожного покрытия с использованием современных нивелиров и тахеометров. Ровность определяется относительно вероятнейших кривых, определенных вдоль дорожного покрытия по материалам нивелирования по методу наименьших квадратов.

При использовании тахеометров для определения ровности предлагается метод свободной станции, который также может применяться при инженерно-геодезическом обеспечении дорожного строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог.

Представим, что продольный профиль вдоль полосы дорожного покрытия может быть описан уравнением параболы

$$H = a_0 + a_1S + a_2S^2 + a_3S^3 + \dots, \quad (1)$$

где H – высотная отметка; a_j – коэффициенты положительные и отрицательные (параметры параболы); S – расстояние вдоль оси обследуемого участка трассы.

Степень данного уравнения зависит от геометрии участка трассы, например, на прямолинейных горизонтальных участках трассы коэффициенты a_j ($j = 2, 3 \dots$) будут устремляться к нулю и уравнение описывает прямую линию. Чем выше степень уравнения тем сложнее по форме кривую оно описывает. Учитывая требования к проектированию и строительству дорог, по нашему мнению, достаточно ограничиться третьей степенью в уравнении (1). В соответствии с ранее оговоренными требованиями, на поперечниках каждой полосы движения должны быть выбраны 8 точек, следовательно, будут иметь место 8 уравнений вида (1).

Точность определения неровностей оценивается средней квадратической ошибкой, вычисляемой по формуле

$$m_h = \sqrt{\sum v_i^2 / (n - t)}. \quad (2)$$

**Современное состояние геодезических сетей Республики Беларусь.
Новая государственная система отсчета координат СК-95
Республики Беларусь**

Рудницкая Н.И.
УП «Белаэрокосмогеодезия»

СК-95 введена на территории Республики Беларусь с целью сохранения единого координатного пространства с Российской Федерацией. СК-95 получена в результате совместного уравнивания астрономо-геодезической сети бывшего Советского Союза (АГС), построенной методами традиционной геодезии, и Космической геодезической сети (КГС), построенной по результатам наблюдений системы ГЕО-ИК. Пункты КГС реализовали геоцентрическую систему координат Параметров Земли 1990 года (ПЗ-90). Связь СК-95 и ПЗ-90 определяется только линейными элементами смещения начала СК-95 относительно начала геоцентрической ПЗ-90. По результатам международного ГЛОНАСС-эксперимента (IGEX-98) установлено, что ПЗ-90 недостаточно точно реализует геоцентрическую систему отсчета координат и впоследствии она была заменена на ПЗ-90.02.

Вводить в 2010 году систему отсчета координат, реализованную пунктами триангуляции, было нецелесообразно, так как она по своей точности не может обеспечить эффективное развитие спутниковых методов координатных определений. Поэтому специалистами УП «Белаэрокосмогеодезия» была предложена концептуальная схема реализации СК-95 на территории Республики Беларусь, которая обеспечивала бы:

- сохранение единого координатного пространства с Российской Федерацией на уровне заявленной точности СК-95;
- обеспечивала бы преемственность всей накопленной геодезической информации;
- обеспечивала бы переход на спутниковые методы координатных определений без потери точности, при переходе из геоцентрической в референсную систему отсчета координат.

В настоящее время выполняются работы по созданию спутниковой системы точного позиционирования в виде сети постоянно действующих пунктов. На территории Минской области сеть (15 пунктов) находится в промышленной эксплуатации. Обеспечивает точность определения координат в режиме пост-обработки 15 мм в плане и 20 мм по высоте, в режиме реального времени - 20 мм в плане и 30 мм по высоте. К настоящему моменту действует уже 34 станции по всей стране.

Экспериментальные измерения отклонений стен от вертикальной плоскости электронным тахеометром

Михайлов В.И., Кононович С.И.

Белорусский национальный технический университет
ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

При строительстве новых и реконструкции эксплуатируемых зданий и сооружений часто возникает необходимость в измерении отклонений стен от вертикальной плоскости. Эта проблема может быть решена с помощью электронного тахеометра Leica TCRA 1201 с безотражательным режимом измерений. Нами были выполнены экспериментальные измерения вертикальности стен плавательного бассейна БНТУ и спортивного манежа в комплексе «Стайки».

Методика геодезических измерений заключалась в следующем. Тахеометр устанавливался в центре исследуемого помещения. Измерения выполнялись в условной пространственной системе координат. Точке установки тахеометра задавались исходные координаты ($X=0$, $Y=0$, $H=0$). Ось абсцисс системы координат тахеометра устанавливалась параллельно обследуемой стене помещения.

Каждая стена сканировалась с верхней точки до пола с интервалом 1 м по вертикали. Шаг сканирования по горизонтали принимался равным нескольким метрам. Результаты измерений записывались в оперативную память тахеометра. Погрешность измерения координат точек поверхности стен не превышала 3 мм.

Обработка и анализ результатов измерений выполнялись в программном комплексе LISCAD с преобразованием системы координат для каждой из стен помещения. По результатам измерений создана цифровая модель отклонений стен обследуемого помещения от вертикальной плоскости. При этом было установлено, что в спортивном манеже стена 1 длиннее стены 3 в среднем на 100 мм, а максимальные отклонения от вертикали стены 2 достигают до 150 мм и более. Кроме того, в Excel построены графики по вертикальным линиям сканирования.

В заключение следует отметить следующие преимущества в определении вертикальности стен электронным тахеометром: оперативное и качественное выполнение натурных наблюдений в автоматическом режиме; получение высокоточных результатов отклонений стен манежа от вертикальной плоскости с построением цифровой модели и графическим отображением направлений отклонения; автоматизированная обработка данных в специализированном программном комплексе LISCAD.

Определения деформаций с применением растра

Мархвида В.Г.

Белорусский национальный технический университет

Изложен метод измерения деформаций объекта, основанный на измерении интерференционной картины, создаваемой лучом лазера, при этом реализуется принцип передачи избыточной информации, рассмотрено применение нерегулярного и регулярного растров.

Поверхности испытываемого на деформацию и смещение объекта прикрепляется растр и фотографируется дважды. В результате двух экспозиций до и после смещения объекта образуются две смешённые относительно друг друга структуры пятен, связь между которыми анализируется при помощи когерентной системы оптической обработки информации.

Реализация принципа избыточной информации состоит в переходе от дискретных к статистическим структурам. Дискретная структура представляет собой единичную марку, обычно используемую в фотограмметрии, а статистическая - растр, являющийся оптической решёткой для структурного преобразования направленного пучка лучей света.

Растр представляет собой систему мелких пятен определенного размера, нанесенных или закреплённых на исследуемой поверхности. Геометрия расположения пятен определяет растр. Если пятна нанесены хаотически-получим стохастический растр, а если в определённом порядке-регулярный растр

Луч лазера обладает высокой степенью когерентности-согласованного протекания. во времени нескольких волновых процессов, проявляющихся при их сложении. Интерференционная картина, создаваемая когерентным лучом лазера, используется для высокоточных наблюдений. По окончании двухэкспозиционной съёмки исследуемого объекта когерентное лазерное излучение, пройдя растр, образует некоторую совокупность элементарных источников света, отобразившихся на фотограмме в виде мелких пятен.

Использование растра снимает ограничения на размер снимаемых объектов. Более четкие интерференционные полосы регулярного растра повышают точность измерения периода интерференционной картины.

По сравнению с фотограмметрическими определениями смещений и деформаций, где для съёмки используется прецизионная камера, а для измерений - дорогостоящее и громоздкое оборудование, в предлагаемом методе применяется лишь камера и лазер, а точность измерений повышается на порядок.

**Измерение горизонтальных углов во всех комбинациях группами
несмежных углов полными приемами**

Матиек С.И.

Белорусский национальный технический университет

Измерения углов в геодезии выполняется строго по методике, соответствующей способу измерения.

Известно несколько способов измерения горизонтальных углов: это способ отдельного угла (способ приемов), способ круговых приемов, способ во всех комбинациях и др.

Способ измерения горизонтальных углов во всех комбинациях предложил К.Гаусс, теоретическое обоснование его выполнил Ганзен, а развил и впервые применил в триангуляции 1 класса О.Шрейбер в 1875 г.

Недостатки способа:

- 1) Большая трудоемкость исполнения.
- 2) Измерение угла одним полуприемом.
- 3) Перемена направления вращения алидады между приемами.
- 4) Присвоение измеренному углу веса 2.
- 5) Виртуальные с.к.о. результатов измерений вычисляются по их отклонениям от среднего и по угловым невязкам треугольников.

Для устранения или ослабления этих недостатков нами разработана настоящая методика, которая основана на следующем:

- 1) Углы, входящие в программу, определяют по алгоритму $i.(i+j)$, где $i=1, 2, \dots, n$, $a=j=1, 2, \dots, (n-1)$.
- 2) Количество углов в группах при четном и нечетном n определяется выражениями $L=n:2$ и $L=(n-1):2$ соответственно.
- 3) Количество таких групп в программах при четном и нечетном n определяется из выражений $K=2(n-1)$ и $K=2n$ соответственно.
- 4) Число перестановок ГК при наблюдении программы одним приемом равно при четном и нечетном n $Y=2(n-1)$ и $Y=2n$ соответственно.
- 5) Вес угла, полученный из наблюдения всей программы одним приемом, равен $P'=n$.
- 6) Необходимое число приемов в программе определяется соотношением $m=P:P'$ (с округлением).
- 7) Предусмотрена отбраковка ассиметричных элементов ряда, ограниченных допуском $\zeta(\max) \leq (0,5:0,6)m'$.
- 8) Оценку точности производят по отклонениям результатов измерений от среднего и по остаточным значениям сумм каждой пары углов, дополняющих друг друга до 360° .

Геодезический мониторинг осадки высотного здания книгохранилища Национальной библиотеки Республики Беларусь

Нестеренок М. С.

Белорусский национальный технический университет

Геодезический мониторинг осадки высотного здания книгохранилища Национальной библиотеки Беларуси выполняется с целью выявления показателей общей устойчивости уникального сооружения в процессе его возведения и последующей эксплуатации.

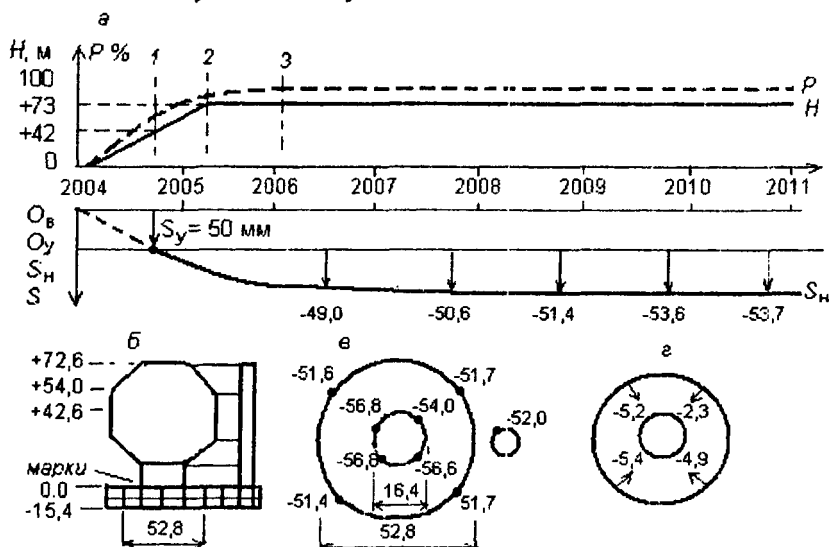


Рис. а – графики роста высоты H здания и нагрузки P на основание, хода среднего значения осадки S ; б – общая схема высотного книгохранилища, лифтовой башни и коробчатого фундамента; в – измеренная осадка марок по внешнему и внутреннему контуру их установок; г – измеренная неравномерность осадки марок ($S_y = 50$ мм – вероятная осадка за период $0-1$ до начала измерений при достижении отметки +42 м (точка 1); S_n – измеренная величина приращений осадки от начала наблюдений O_y ; 2-3 – период окончания внутренних строительных работ и первоначального заполнения фондохранилища)

Предварительный вывод. Полная средняя осадка поверхности фундамента высотного здания Национальной библиотеки Беларуси на ноябрь 2010 г. достигла вероятной величины 100 мм при неравномерности до 5 мм и находится в начальной стадии стабилизации.

Инновационные технологии в изучении инженерной геодезии

Позняк А.С., Ладных И. А., Буйницкий А. М.
Белорусский национальный технический университет

Современная наука развивается очень быстрыми темпами. Всё новые и новые инновационные технологии используются геодезистами в их профессиональной деятельности. Сегодня появилось множество программ и электронных приборов, при помощи которых становится возможным проводить быстрые и более точные измерения, вычислительную и графическую их обработку. Параллельно должно идти и развитие учебной методической базы, которая, однако, значительно устарела на сегодняшний день. Но, тем не менее, современный специалист должен владеть разносторонними знаниями, которые обеспечивают высокий уровень выполнения профессиональных задач.

На наш взгляд, эта проблема решаема. Во-первых, мы предлагаем внедрить в обучение студентов строительных специальностей мультимедийную методическую систему “Инженерная геодезия”. Данная программа разработана на платформе “Game Maker 8.0 Lite” с использованием Photoshop CS3. Она представляет собой большую базу, в которую включено множество методик, рекомендуемых для изучения инженерной геодезии. Большое количество тестов позволяет прекрасно проверить знания студента, а так же определить области, которые нуждаются в доработке. Не последним в списке учебных требований является умение студента использовать на практике новое техническое оборудование. Но из-за высокой его стоимости, к сожалению, студенты лишены возможности овладеть навыками работы с современными электронными геодезическими приборами. Однако проблему можно решить при помощи симуляторов геодезических приборов. Например, фирмой Leica Geosystems создано универсальное оборудование для съемки Leica System 1200, отвечающее стандартизованным концепциям в части использования, получения и выдачи данных. Вместе с оборудованием была выпущена и программа TPS1200 Simulation, которая полностью воспроизводит все функции и программы вышеуказанного прибора настолько, насколько это предоставляется возможным.

В заключении отметим, что использование апробированных нами программ в процессе обучения позволит значительно улучшить геодезическую подготовку студентов, обеспечить их базовыми знаниями по работе с электронными геодезическими приборами, помочь будущим специалистам быстрее адаптироваться на рабочем месте.

Особенности изучения инженерной геодезии в США

Позняк А.С., Ладных И.А., Буйницкий А.М.
Белорусский национальный технический университет

В США действует единая программа подготовки инженеро-строителей по курсу «Инженерная геодезия». Разработкой программы курса в университетах страны, а также программы сдачи экзамена занимается «Национальное общество профессиональных геодезистов», которое находится под началом «Американского конгресса геодезии и картографии». Международные геодезические исследования организуются и направляются Международной ассоциацией геодезии, действующей по инициативе и в рамках Международного геодезического и геофизического союза.

Курс обучения длится от одного до трех семестров в зависимости от интенсивности занятий. Как правило, занятия проходят четыре раза в неделю: две лекции по 50 минут и два практические занятия по 2 часа 50 минут.

Главной особенностью при изучении курса является интенсивная и углубленная практическая подготовка.

На сайтах университетов представлены видео-лекции, преподаватели проводят консультации студентов.

Аттестация по курсу состоит из трех уровней, каждый из которых предполагает определенные теоретические знания и практические навыки работы с приборами и компьютерными средствами обработке геодезических измерений.

Тест первого уровня состоит из 200 вопросов и на его решение отводится четыре астрономических часа. На втором уровне обязательный опыт работы составляет минимум 1.5 года. Экзамен этого уровня длится 6 часов и содержит 180 вопросов. При сдаче тестирования для получения сертификата третьего уровня необходимо освоить 150 вопросов и иметь опыт работы около 3.5 лет.

На лабораторных занятиях студенты выполняют измерения и заполняют полевые журналы и рабочие тетради. Предусмотрены домашние задания и итоговая работа с графическими построениями в CAD.

Выполненный сравнительный анализ изучения геодезии показывает, что для всех учебных заведений строительного профиля необходим единый нормативный документ, регламентирующий стандартизированные требования к знаниям и учебный план.

Исследование точности подсчетов объемов земляных масс при вертикальной планировке

Дьяковский И.В.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с действующим ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов» подсчет объемов земляных масс выполняют, как правило, методом квадратов. Сетку квадратов, как правило, вписывают в строительную геодезическую сетку, принимая сторону квадрата равной 20 м. Допускается также применение сетки квадратов, равными 10, 25, 40 или 50 м, в зависимости от характера рельефа и обеспечения требуемой точности подсчета объема земляных масс.

Для исследования был взят горизонтальный участок размером 120x120 метров, на котором запроектирована площадка с различными продольными и поперечными проектными уклонами от 5 до 80 %. Участок разбивался на квадраты со сторонами a , равными 5, 10, 20, 30, 40, 60, 120 метров, т.е. было составлено 7 вариантов планов организации рельефа и земляных масс. Объемы земляных масс для каждого варианта вычислялись следующими методами:

- 1) По формуле В.И. Стрельчевского:
- 2) По методу с использованием рабочих отметок центров квадратов:

За истинные объемы были приняты суммарные объемы земляных масс вычисленные по квадратам со сторонами 5 м. В результате вычислений по составленным программам получено, что при увеличении размеров квадратов, объемы земляных масс уменьшаются. При квадратах со сторонами от 5 до 30 метров сохраняется примерно одинаковая точность подсчетов объемов, составляющая по формуле В.И. Стрельчевского не менее 98,6%, и по методу с использованием отметок центров квадратов не менее 93,8%. Так как в учебных целях объемы подсчитываются вручную и при разбиении на небольшие квадраты, необходимо произвести большое количество подсчетов, что не является целесообразным. То есть, при разбивке на квадраты 30x30 метров количество расчетов в 36 раз меньше, чем при разбивке на квадраты 5x5 метров.

Исходя из всего вышеперечисленного предлагается при учебном проектировании разбивать площадку на квадраты со сторонами 30 м вместо прежних 20 м, а на учебной геодезической практике и на производстве для подсчета объемов использовать доступное программное обеспечение.

Сравнение результатов уравнивания неравноточных зависимых измерений различными методами

Будо А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время для уменьшения влияния ошибок измерений в геодезии повсеместно применяется метод наименьших квадратов. Данный метод был опубликован в 1819г К.Ф.Гауссом и в нём предполагается, что измеренные величины являются независимыми и удовлетворяют нормальному закону распределения. Такой подход к уравниванию называется классическим или традиционным МНК.

В середине XX века стали появляться исследования по новым, нетрадиционным методам уравнивания. Так, А.Н. Колмогоровым и Ю.В. Линником были опубликованы работы, которые легли в основу нового обобщённого метода наименьших квадратов, применяемого для случая обработки уже зависимых результатов измерений.

Однако уравнивать зависимые величины по обобщённому методу наименьших квадратов стали после опубликования в 1970г. известной книги Ю.В. Кемница «Математическая обработка зависимых результатов измерений». В ней Кемницем изложена теорема, на которой основан сам обобщённый метод наименьших квадратов. В геодезической практике 70-х годов обобщённый метод наименьших квадратов применялся сравнительно редко (например, при переходе от уравнивания по углам, к уравниванию по направлениям). Но в настоящее время этот метод становится весьма актуальным в связи с необходимостью обработки зависимых спутниковых GNSS-измерений.

В работе было произведено сравнение методики уравнивания, предложенной Кемницем с методом многокритериальной оптимизации (МК), который разработан для зависимых измерений на основе метода Lp-оценок, опубликованного в 1971г. американскими учёными Флетчером, Грантом и Хебденом (данный метод позволяет выполнять уравнивание как по методу наименьших квадратов, так и по методу наименьших модулей, наименьших кубов и т.д., изменяя значения показателя степени). Обобщённый МК-метод ранее никогда не использовался для обработки рядов зависимых измерений в силу его недавнего появления (разработан в 2004 - 2008 гг.). В работе показано, что новый метод, как правило, приводит к лучшей, чем в МНК оценке точности и одновременно даёт в 60-70% случаев меньшие отклонения от истинных значений измеренных величин, заданных заранее в модели неравноточных зависимых измерений для метода статистических испытаний.

**Особенности маркшейдерско-геодезического обеспечения
при строительстве коммуникационных тоннелей больших диаметров
с использованием щитов компании Herrenknecht**

Мысливчик Е.Ю.

Белорусский национальный технический университет

До 2008 года в Республике Беларусь при строительстве коммуникационных тоннелей больших диаметров использовался только способ щитовой проходки, заключающийся в расположении в головной части горной выработки передвижной крепи - щита, обеспечивающей безопасную разработку и уборку породы, а также возможность возведения обделки.

Использование этого метода имеет ряд существенных недостатков, что вызвало необходимость в приобретении нового оборудования, и прокладки подземных коммуникаций большого диаметра способом продавливания.

В докладе описаны различия технологических процессов при прокладке подземных коммуникаций больших диаметров горнопроходческими щитами и микрощитами компании Herrenknecht. Указаны основные недостатки метода щитовой проходки и преимущества метода продавливания. Рассмотрены этапы строительства и в соответствии с ними маркшейдерско-геодезические работы при строительстве коммуникационных тоннелей методом микротоннелирования с использованием данного оборудования.

Одной из важнейших задач при сооружении тоннелей является определение пространственного положения микрощита. Определение пространственной позиции подземной проходческой машины в прошлом осуществлялось при помощи геодезических контрольных измерений.

При ведении проходки способом продавливания оборудованием компании Herrenknecht для определения пространственного положения рабочей трубы проходческой машины используется Универсальная Навигационная Система U.N.S., представленная следующими компонентами:

- ELS - электронная лазерная система,
- ELS-HWL - электронная лазерная система – гидростатическое нивелирование
- GNS-P - гироскопическая навигационная система.

В докладе подробно рассмотрены каждый из компонентов U.N.S. и их использование, в зависимости от длины и траектории трассы.

Современные методы создания обмерных чертежей памятников архитектуры

Рак И.Е.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня в Республике Беларусь очень многие исторические объекты требуют реставрации. Процесс реставрации по себе очень долгий и поэтому, что бы зафиксировать геометрию разрушающихся элементов сооружения, необходимо выполнить обмерные работы и по их результатам создать обмерные чертежи.

Традиционные формы фиксации в виде альбома с фотографиями сохраняет только информацию о внешнем облике объекта. Такая информация не может дать точные представления о геометрических свойствах объекта, так как съемка ведется на неметрические и некалиброванные камеры. Существует и другая известная форма фиксации – чертежи. Они передают геометрию, но не передают полностью внешний вид объекта. Кроме того, создание чертежей трудоемко и дорогостояще. Появление новых геодезических приборов и развитие методов цифровой фотограмметрии позволяет использовать качественно новые формы фиксации различных сооружений.

На сегодняшний день наиболее совершенными приборами для сбора данных о геометрии объекта являются лазерные сканирующие системы, результатом работы которых является облако точек (набор точек с трехмерными координатами). Таким образом, в сжатые сроки можно получить наиболее полную и достоверную информацию о геометрии объекта на конкретный момент времени. Главным препятствием к использованию этих приборов – их высокая стоимость. Поэтому необходимо рассматривать другие методы получения изображения объекта. Один из них – съемка объекта стереофотограмметрическим методом.

Работы по обмеру фасадов зданий стереофотограмметрическим методом может быть разбиты на следующие этапы: полевые работы, обработка полевых материалов и построение чертежей. На первом этапе выполняется фотограмметрическая съемка объекта калиброванной цифровой камерой и координирование опорных точек. Координирование может быть выполнено как электронным тахеометром, так и оптическим теодолитом.

Для построения чертежей можно использовать интегрируемый в систему AutoCAD модуль StereoTracer, который позволяет выполнить стереофотограмметрические измерения и составить чертеж.

Проблемы современной картографии и перспективы ее развития

Атоян Л.В.

Белорусский государственный университет

Современная картография, как область научной и практической деятельности, широко использует результаты развития информатики, кибернетики, вычислительных устройств и совершенствуется вместе с ними. Компьютерные технологии прочно вошли в производство современной картографической продукции в различных ее формах: бумажной, цифровой, интернет-карт и др. Они значительно облегчили труд картографа, существенно сократив трудоемкие и рутинные ручные процессы, усовершенствовали технологическую цепочку по изготовлению карт и атласов.

Вместе с тем, доступность и повсеместное использование персональных компьютеров, а также внешняя простота построения картографического изображения в программах векторной графики привели к возникновению проблемы некомпетентности при изготовлении карт. Отсутствие классических знаний законов картографии приводит к выпуску некачественной по содержанию и принципам оформления картографической продукции. Применение компьютеров таит также опасность перенасыщения карты информацией вследствие возможности неограниченного увеличения изображения на экране при его создании. В результате карта может стать нечитаемой в реальном масштабе. Еще одной проблемой является «отмирание» и бесперспективность, по мнению некоторых ученых, традиционной «бумажной» картографической продукции в связи с расширением объема изготовления цифровых и электронных карт.

Однако, как бы успешно ни развивались новейшие технологии, картография была и остается творческой областью деятельности, продукция которой востребована не только узкими специалистами в различных сферах, но и широким кругом потребителей в самых разнообразных ее формах. Перспектива современной картографии заключается в дальнейшем освоении новейших информационных технологий, создании новых видов картографических произведений: электронных мультимедийных карт и атласов, карт и атласов в Интернет, виртуальных моделей, трехмерных (3D) карт и атласов и др., а также подготовка квалифицированных специалистов, обладающих знаниями картографических законов, компьютерных технологий и владеющих навыками работы на современных технических устройствах.

**Создание модели рельефа геодезического полигона УО «БГСХА»
для ортотрансформирования снимков**

Другаков П.В., Кандыбо С.Н.

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

На территорию учебного полигона кафедры геодезии и фотограмметрии имеется набор из 25 аэрофотоснимков масштаба 1:12000. Эти снимки используются в учебном процессе при преподавании дисциплины фотограмметрия. При внедрении в преподавание дисциплины ЦФС «Photomod» снимки были отсканированы и подготовлены соответствующие наборы вариантов данных для изучения данной программы. на территорию полигона также имеются космические снимки WorldView1, WorldView2 и GeoEye. Для их обработки необходимо наличие цифровой модели рельефа. Эту модель рельефа можно использовать как при обработки космический так и аэрофотоснимков.

На часть территории города имеются топографические планы масштаба 1:500-1:1000 составленные по материалам учебных практик. На прилегающие территории имелась топографическая карта масштаба 1:10000. Необходимо было свести материалы этих съемок и представить в формате, который поддерживают программы обработки материалов космической и аэрофотосъемки.

Имеющийся плано-картографический материал был отсканирован, трансформирован в единую систему координат. В ГИС ArcGIS выполнена векторизация горизонталей и характерных точек местности. Также в данной ГИС была построена модель рельефа по методу ToroGrid. Система Photomod поддерживает импорт моделей рельефа из следующих форматов: Surfer grid (*.GRD), ArcInfo grid (*.GRD), GeoTIFF (*.TIF), USGS DEM (*.DEM), VectOr MTW (*.MTW), DTED (*.DT?, где ? – любой символ), ERDAS Imagine (*.IMG), PCIDSK (*.PIX), SRTM (*.HGT), GTOPO (*.DEM). Форматы моделей рельефа полученные в ГИС ArcGis в программе Photomod не поддерживаются. По этой причине пришлось конвертировать цифровые модели в формат GeoTIFF.

Модель рельефа была импортирована в программу Photomod создан проект из имеющихся аэрофотоснимков, выполнена соответствующая фотограмметрическая обработка снимков и получен ортофотоплан.

В результате выполненных исследований освоена технология формирования цифровых моделей рельефа и обмена данными между ГИС ArcGIS и программой Photomod.

Результаты исследований внедрены в учебный процесс дисциплины «Фотограмметрия».

Работа с растровыми данными в ГИС Quantum

Фоменко П.Н., Другаков П.В.

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

Для создания и обновления топографических и тематических карт сейчас широко используют ГИС программы. В основном работы выполняют в таких ГИС как MapInfo, ArcView, IDRISI, Панорама или в специальных программах ENVI, Erdas Imagine. Все эти программы относятся к платному программному обеспечению и требуют значительных средств на закупку. В последнее время бурно развивается индустрия бесплатного программного обеспечения. На рынке представлено множество различных ГИС, одной из них является QuantumGIS или QGIS.

Эта ГИС может использоваться совместно с другой ГИС GRASS и СУБД PostGIS, что ставит ее в один ряд по функциональности с ГИС ArcGIS ArcInfo. Также для этой ГИС имеется ряд модулей, в том числе и для работы с данными дистанционного зондирования.

Работа с данными дистанционного зондирования возможна в 2-х вариантах через картографические сервисы как Google, и подгружая и анализируя космические снимки. Для работы с данными через картографический сервис Google необходимо загрузить модуль Open layer plugin и выбрать соответствующий источник. Также возможна работа с со снимками, которые можно подгрузить используя стандартные средства. ГИС Quantum поддерживает большое число форматов растровых данных. Но особый интерес представляет возможность создания композитных изображений на основе материалов спектрзональных съемок, как это реализовано в модуле Image Analysis для ГИС ArcView.

Для этих целей применяется модуль RGB composition plugin. Он позволяет создавать композитные изображения на основе каналов спектрзональных съемок.

Для сравнения работы этого модуля и модуля Image Analysis для ГИС ArcView использовался набор спектрзональных данных Landsat ETM в формате geoTIFF. На основе этих данных создавались композитные изображения. Затраты времени на создание композитов в обоих модулях оказались примерно равными. Работа этого модуля аналогична команде «Объединить в стек» в Image Analysis. Но модуль RGB composition обладает несколько меньшим набором настроек создания композитных изображений. Необходимо отметить, что и аналитические функции работы с растровыми изображениями в ГИС QGIS оказались менее развитыми, чем в Image Analysis.

Геодезические исследования точности монтажа строительных конструкций и обоснование допусков на разбивочные работы при возведении зданий

Столбова С.Ю., Кокуленко К.С.

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (г. Омск)

Элементы строительных конструкций взаимосвязаны и, сопрягаясь в узлах конструкций зданий, образуют размерные цепи. Поэтому точность их возведения в настоящее время рассчитывают с использованием основных положений теории размерных цепей, заимствованной из машиностроения.

Для расчетов допусков с применением теории размерных цепей применяют два метода: 1) на максимум-минимум (предельных погрешностей или наихудшего случая), который обеспечивает полную взаимозаменяемость деталей и узлов; 2) теоретико-вероятностный или вероятностный, который обеспечивает неполную, ограниченную взаимозаменяемость деталей и узлов, исходя из принятой доверительной вероятности P .

Основным методом расчета в строительстве является вероятностный с применением способа попыток. Но этим методом можно выполнять расчеты точности возведения строительных конструкций с применением способов равных допусков и равной точности.

Из практики строительства известно, что подобранные из СНиП допуски на отдельные операции не всегда соблюдаются, вследствие чего нормы точности не всегда будут отвечать требованиям при монтаже строительных конструкций.

Для обоснования допусков на разбивочные работы при возведении зданий были выполнены геодезические исследования точности монтажа конструкций, с применением методов математической статистики.

Исследования показали, что распределение погрешностей изготовления деталей и монтажа конструкций подчиняются закону нормального распределения. Анализируя результаты исследований можно констатировать, что точность изготовления строительных конструкций ниже нормативной, точность установки колонн по вертикали практически на всех объектах соответствует требованиям СНиП 3.03.01-87. «Несущие и ограждающие конструкции». Смещение колонн в нижнем сечении относительно разбивочных осей на отдельных объектах превышают в полтора-два раза предельные нормы, регламентируемые СНиП. Исследования показали, что наиболее обоснованные допуски получены при вероятностном методе расчета с применением способа равной точности.

Анализ результатов геодезических исследований высотного положения поверхностей оснований и покрытий автомобильных дорог при различных шагах нивелирования

Столбова С.Ю., Кокуленко К.С., Нагаев Д.О.

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (г. Омск)

Для исследования точности устройства конструктивных слоев дорожных одежд было выполнено нивелирование поверхностей по левой, правой бровкам и центру каждого слоя основания и покрытия через 5 м. Нивелирование осуществлялось из середины при установке инструмента на обочине в пределах смежных пикетов ($S = 100$ м) с применением нивелира Н-3 и трехметровых реек с сантиметровыми делениями. Максимальное расстояние от инструмента до реек выдерживалось $S_1 = 50$ м, а минимальное – $S_2 = 10$ м. Тогда максимальное значение среднеквадратической погрешности определения превышений между двумя точками будет $m_{\text{п}} = 2,25$ мм.

По результатам отклонений относительных отметок вычислены их алгебраические разности (амплитуды) по формуле

$\delta h_i = |(h_{i-1} + h_{i+1})/2 - h_i|$, где h_{i-1} и h_{i+1} – относительные отметки предыдущей и последующей точек.

В результате исследования точности устройства конструктивных слоев дорожной одежды было установлено, что распределение действительных отклонений относительных вертикальных отметок от проектных и вычисленных значений амплитуд (алгебраических разностей вертикальных отметок) в выборках подчинены закону нормального распределения.

Вычисленные значения амплитуд вертикальных отметок поверхности верхнего слоя покрытия при шаге 5 м ниже нормативных требований, а при шаге 10 м – соответствуют нормативным требованиям. Для нижнего слоя покрытия при шаге 5 м значения амплитуд вертикальных отметок ниже нормативных требований, а при шаге 10 м – близко к нормативным. Для верхнего слоя основания при шаге через 10 м значения амплитуд вертикальных отметок близко к нормативным, а для нижнего слоя основания при шаге 20 м – соответствует нормативным.

Полученные статистические характеристики точности высотного положения точек поверхностей конструктивных слоев автомобильных дорог, предложено использовать для обоснования допусков на строительные и разбивочные работы при устройстве конструктивных слоев дорожных одежд.

Исследование влияния грунтовых условий на деформации подкрановых путей мостовых кранов ТЭЦ

Шароглазова Г.А., Товбас С.К., Козакевич А.И., Евсеенко В.Л.
Полоцкий государственный университет

Известно, что геометрические параметры подкрановых путей на промышленных предприятиях могут меняться в процессе эксплуатации подъемно-транспортного оборудования не только вследствие износа рельсов, ослабления крепежных узлов и других механических факторов, но и из-за неравномерной осадки колонн, на которые, как правило, опираются эти пути. Неравномерность осадки колонн, обусловленная в значительной степени грунтовыми условиями заложения их фундаментов. вызовет отклонения головок рельсов по высоте, что в совокупности с другими неблагоприятными влияниями на устойчивость подкрановых путей может привести к недопустимым величинам этих отклонений.

Однако на практике оценка влияния грунтовых условий на изменение геометрических параметров подкрановых путей при их контрольных выверках выполняется крайне редко. Поэтому результаты такой оценки, полученные нами по данным геодезических исследований с привлечением инженерно-геологических характеристик грунтов для Новополоцкой ТЭЦ, представляют определенный интерес.

Анализ геологического строения, гидрогеологических условий и характеристик грунтов на исследуемом участке позволил сделать следующие выводы:

- 1) Насыпные грунты ИГЭ-1 и ИГЭ-2 характеризуются невысокими деформационными свойствами.
- 2) Периодичность появления грунтовых вод в зоне заложения фундамента может приводить к разжижению песчаных грунтов (ИГЭ-1).
- 3) Насыпные глинистые грунты ИГЭ-2 при динамических воздействиях могут переходить в текучепластичное состояние.

Проведена оценка влияния грунтовых оснований на изменение геометрических параметров подкрановых путей мостового крана по данным геодезических исследований с привлечением инженерно-геологических характеристик грунтов.

Сделан вывод, что при невысоких деформационных свойствах грунтов их влияние на вертикальные деформации подкрановых путей по величине составляет (10-16)% от допусков, установленных для всей совокупности воздействий различных факторов на устойчивость этих путей.

**Геодинамический мониторинг территории
Полоцкого микрополигона: результаты инструментальных
исследований и интерпретации**

Каратаев Г.И., Шароглазова Г.А., Мясников О.В., Товбас С.К., Усов Д.В.
Институт природопользования НАН Беларуси
Полоцкий государственный университет

Полоцкий геодинамический микрополигон создан в 2004 году на локальном участке Полоцко-Курземского пояса тектонических разломов. Он представляет собой профиль меридионального направления длиной 12 км, закрепленный 11 нивелирными реперами. Результаты регулярно выполняемых на нем комплексных инструментальных исследований к настоящему времени содержат данные по семи циклам высокоточного нивелирования ($m_h = 0,3$ мм/км), четырем циклам GPS-наблюдений ($m_D = 2$ мм; $m_h = 3$ мм), пяти циклам гравиметрических измерений ($m_{\Delta g} = 0,02$ мГал) и одному циклу георадарной съемки.

При проведении каждого вида геодезических работ были созданы условия по получению надежных характеристик деформаций земной коры, максимально свободных от влияния различных ошибок и факторов нетектонического происхождения. С этой целью разработана и апробирована комплексная методика выполнения высокоточных повторных геодезических измерений для условий Беларуси, которая включает тип и закладку центров реперов, оптимальное время выполнения измерений, инструменты, методику наблюдений, методику математической обработки, позволяющая с максимальной достоверностью выявить деформации земной поверхности, обусловленные тектоническими причинами. Результаты инструментальных исследований на Полоцком геодинамическом профиле свидетельствуют о пересечении им сетки тектонических нарушений. При этом местоположение пяти из них, расположенных между реперами (8372-7701), (7701-7873), (6931-7100) и (3902-5960), выявлено с максимальной уверенностью, так как подтверждается всеми видами проведенных измерений (нивелирными, GPS и гравиметрическими).

Полученные результаты указывают на современную активность Полоцко-Курземского пояса тектонических разломов и представляют интерес как в научном, так и в прикладном плане. Они учитываются при решении различных инженерных задач, в частности, при проектировании каскада ГЭС на реке Западная Двина.

**Моделирование геодинамических процессов
на участке Полоцко-Курземской зоны тектонических разломов
по данным инструментальных исследований**

Шароглазова Г.А., Соловьев А.Н.

Полоцкий государственный университет

К настоящему времени во многих странах мира, включая и Беларусь, накоплен значительный объем данных инструментальных исследований современных движений земной коры (СДЗК), который позволяет подняться на следующую ступень научных исследований и приступить к установлению возможных закономерностей проявления геодинамических процессов: их математическому моделированию, проверке существующих геологических моделей или созданию новых. Это весьма сложная проблема, так как речь идет о моделировании физических явлений, обычно приводящих к решению некорректных математических задач. Ее направления обозначены в трудах ряда известных ученых, но до окончательного решения еще далеко.

На Полоцком геодинамическом микрополигоне, занимающем локальный участок Полоцко-Курземского пояса тектонических разломов, выполнено семь циклов высокоточного повторного нивелирования (2004, 5, 6, 7, 8, 9, 10 гг.). Это позволило достаточно полно исследовать геодинамическую модель СВДЗК согласно методу Христова, в основе которого лежит аппроксимация движений земной коры в виде степенного многочлена. Исследование произведено для случаев линейной, квадратичной и кубической аппроксимаций.

Коэффициенты аппроксимирующих многочленов для всех реперов Полоцкого микрополигона найдены из уравнивания 7 циклов нивелирования по способу наименьших квадратов. Измеренные отметки реперов в каждом цикле вычислены относительно начального репера по соответствующим измеренным превышениям.

Полученные результаты моделирования СВДЗК были проверены также путем сравнения отметок реперов для всех семи эпох, вычисленных по формулам (1)-(3) в соответствии с найденными из уравнивания коэффициентами аппроксимирующих многочленов, с измеренными значениями этих отметок. Последние, т.е. отметки реперов, определенные в каждую эпоху по измеренным превышениям, обоснованно могут быть приняты за эталон. По результатам сравнения была выполнена оценка каждой модели по формуле Бесселя.

Проведенные исследования показали, что фоновая компонента СВДЗК на исследуемом участке Полоцко-Курземской зоны разломов существует.

Некоторые особенности нивелирования подкрановых путей электронным тахеометром

Будо Ю.П.

Полоцкий государственный университет

В Полоцком государственном университете проводятся курсы повышения квалификации специалистов. Тематика курсов согласовывается с заказчиками, а в данном случае темы:

- геодезические работы при эксплуатации инженерных сооружений;
- электронные тахеометры и работа с современными программными продуктами по геодезии.

Для проверки соответствия геометрии ходовой части мостовых кранов и подкрановых путей нормативным требованиям, предусмотрен систематический геодезический контроль плано-высотного положения рельсов. Технология контроля планового положения подкрановых путей обеспечивает определение параметров их прямолинейности и ширину колес.

При выполнении определений с помощью электронного тахеометра высотное положение получаем тригонометрическим нивелированием, а ширина колес по координатам точек осей рельсов.

Для определения отклонений рельса от прямолинейности используем формулу:

$$d = \frac{(y_0 - y_1)x + (x_1 - x_0)y + (x_0y_1 - x_1y_0)}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}} \quad (1)$$

Также можем применить формулы, выведенные И.И. Дульцевым, для определения координат точки пересечения перпендикуляров:

$$x_p = x_1 + k(x_3 - x_1), \quad (2)$$

$$y_p = y_1 + k(y_3 - y_1), \quad (3)$$

где

$$k = \frac{1}{2} + \frac{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 - (x_3 - x_2)^2 - (y_3 - y_2)^2}{2[(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2]} \quad (4)$$

При использовании электронных тахеометров можем сразу получать с высокой точностью пространственные прямоугольные координаты (x, y, z) в относительной системе координат (при помощи полярной засечки и тригонометрического нивелирования).

Данные измерений электронного тахеометра передаем в компьютер и строим графики плано-высотного положения подкрановых путей.

Применение теории графов в геодезии и картографии

Парадня П.Ф., Корзенюк В.А., Белякова М.О.

Полоцкий государственный университет

Теория графов зародилась в середине 18 века благодаря Леонарду Эйлеру и на протяжении двух веков не переставала развиваться. Сегодня графы – это раздел дискретной математики и преподается во многих высших учебных заведениях как самостоятельная дисциплина.

В инженерно-геодезических изысканиях применение графов целесообразно при проведении камерального трассирования линейных сооружений (дорог, аэропортов, трубопроводов и других коммуникаций). При проектировании на топографической основе линий «нулевых работ» (линии равных уклонов), графы позволяют выбрать наиболее оптимальный вариант трассы за максимально короткий срок.

Как упоминалось выше, использование данной теории возможно при проектировании сетей линий электропередач (ЛЭП), магистральных трубопроводов (нефте- и газопроводы), коммуникационных сетей местного назначения и т.п. Алгоритмы, построенные на основе графов (например, алгоритм Терри) позволяют находить оптимальные (кратчайшие) пути проложения коммуникационных сетей. Так, например, дорогостоящее проложение ЛЭП требует значительных финансовых затрат, поэтому еще на стадии проектирования необходимо найти наиболее оптимальные пути ее проложения; при проектировании трубопроводов в качестве вершин графа служат головные сооружения (насосные и компрессорные станции), промежуточные станции, а в качестве ребер – непосредственно сам трубопровод.

Теория графов нашла свое применение и в области картографии при создании так называемых «картоидов». Картоид - буквально «подобный карте» (географической), похожий на неё, однако «настоящей» картой не считается. Географическими картоидами (геокартоидами) называются чертежи, изображающие ту или иную реальную или вымышленную территорию упрощённо, без обязательного соблюдения всех правил классической, например, без картографической проекции, без масштаба, с «чрезмерным» спрямлением линий, огрублением контуров и т.д. Составление научных картоидов относится к сфере тематического картографирования. Картоиды предназначены для использования не вместо классических геокарт, а в дополнение к ним.

Обобщая результаты исследований можно утверждать об эффективности использования графов для решения различных задач в области геодезии, инженерных изысканий строительства, картографии.

Переход от расширенной псевдообратной к главной псевдообратной матрице и наоборот по новым формулам

Сырова Н.С.

Белорусский государственный университет транспорта

Расширенная псевдообратная матрица с применением матрицы коэффициентов параметрических уравнений поправок A и матрицы весов измерений P , вычисляется по формуле

$$F = (A^T P A)^{-1} A^T P \quad (1)$$

в параметрическом способе уравнивания позволяет выполнять следующие процедуры, используемые в уравнивательных вычислениях:

- при уравнивании геодезических сетей нетрадиционными способами, - методами L_p -оценок и многокритериальной оптимизации;
- в процессе оценки точности на основе теоремы о переносе ошибок с применением равенства

$$Q = F P^{-1} F^T; \quad (2)$$

- при вычислении корреляционной матрицы измерений после уравнивания

$$K = A F; \quad (3)$$

- для реализации коррелятного способа уравнивания на основе параметрического с применением равенства

$$B^* = E - A F; \quad (4)$$

- при оценке точности в процессе перехода от весовой функции f_p в параметрическом способе уравнивания к весовой функции f_k в коррелятном способе с применением равенства

$$f_k = f_p F; \quad (5)$$

- при поиске грубых ошибок в измерениях в процессе вычисления корреляционной матрицы поправок по формуле

$$K_v = (E - A F) P^{-1}. \quad (6)$$

Предположим, что дана геодезическая сеть, для которой известны матрицы A и P при параметрическом способе уравнивания. Не трудно доказать, что справедливо равенство

$$A^* = (A^T P A)^{-1} A^T P^{\frac{1}{2}} = F P^{-\frac{1}{2}}. \quad (7)$$

Эта формула имеет большое практическое значение, т.к. не требует применения процедуры `pinv` в математическом пакете MATLAB.

Разработка универсального метода распознавания геодезических сетей с дефектом конфигурации и с дефектом построения

Грищенко Е.В.

Полоцкий государственный университет

В докладе излагается универсальный алгоритм идентификации избыточных измерений, разработанный на основе рекуррентного получения обратной весовой матрицы по формулам

$$Q_i = Q_{i-1} - \frac{1}{g_i} Z_i^T Z_i, \quad (1)$$

где $Z_i^T = Q_{i-1} a_i^T$, a_i - i -тая строка матрицы коэффициентов параметрических уравнений поправок A , а величина

$$g_i = \frac{1}{P_i} + a_i Z_i^T. \quad (2)$$

Воспользуемся предложением по выбору матрицы Q_0 (начальной матрицы обратных весов) и проанализируем величину g_i для каждого измерения.

Обозначим через G количество величин $g \leq 50$ и подсчитаем количество избыточных измерений r по известной формуле

$$r = N - t, \quad (3)$$

где N – общее количество измерений; t – количество необходимых измерений.

Если

$$G > r, \quad (4)$$

то геодезическая сеть будет с дефектом конфигурации (или с дефектом построения).

Чтобы избежать дефекта конфигурации обычно при проектировании включают дополнительные измерения.

Изложенный метод вычисления величины G и применения неравенства (4) позволяет реализовать универсальный метод нахождения дефектов конфигурации и дефектов построения и осуществить переход к качественным геодезическим сетям (нивелирным, плановым или пространственным).

Применение трехкритериального уравнивания нивелирных геодезических сетей

Мицкевич В.И., Ялтыхов В.В.

Полоцкий государственный университет

Уравнивание нивелирных геодезических сетей, как правило, выполняется по методу наименьших квадратов (МНК). Однако локальные сети при ограниченной выборке измерений можно уравнивать МК методом. Ранее на двух тестовых примерах доказана эффективность двухкритериального метода уравнивания. Выяснилось, что ошибки высотного положения пунктов в слабом месте сети в 1,4 – 3.0 раза меньше, чем для МНК. В докладе исследуется трехкритериальная оптимизация нивелирных сетей. Сущность этого метода заключается в следующем.

При уравнивании нивелирных геодезических сетей используются следующие критерии:

однокритериальная оптимизация

$$\Phi_1(H) = \left(|L(H)|^{\frac{n}{2}} \right)^T P_n |L(H)|^{\frac{n}{2}}, \quad (1)$$

где $L(H)$ – вектор свободных членов параметрических уравнений;

n – степень (при $n = 2$ имеем метод наименьших квадратов «МНК», при $n = 1$ получим метод наименьших модулей «МНМ») для случая L_p -оценок;

$$P_{ni} = \left(\frac{1}{\sigma_i} \right)^m - \text{вес результата измерений для } i\text{-того превышения};$$

H – вектор отметок пунктов;

двухкритериальная оптимизация позволяет выполнять минимизацию сразу двух целевых функций (1) и

$$\Phi_2(H) = \min \max(M), \quad (2)$$

где M – ошибка положения пункта, вычисляемая по обратной весовой матрице Q ;

при **трехкритериальной оптимизации** добавляется третья целевая функция

$$\Phi_3(H) = \min \max(\mu M), \quad (3)$$

где $\mu = \sqrt{\frac{V_n^T P_n V_n}{r}}$, в которой V_n – вектор поправок в измерения после

уравнивания, а r – количество избыточных измерений.

Вычисление рекуррентным способом элементов главной псевдообратной матрицы

Мишкевич В.И., Грищенко А.В.
Полоцкий государственный университет

Рекуррентный способ уравнивания широко используется при математической обработке геодезических сетей.

Хорошо известны исследования проф. Ю.И. Маркузе по использованию этого способа в уравнивательных вычислениях:

- вычисление обратной матрицы весов способом подвижного блока;
- уравнивание с учётом ошибок исходных данных;
- контроль грубых ошибок в измерениях;
- вычисление определителя матрицы обратных весов неизвестных и др.

Наиболее существенным результатом исследований является выбор исходной матрицы Q_0 при рекуррентном уравнивании по формулам:

$$Q_i = Q_{i-1} - \eta_i^T \eta_i / g_i, \quad (1)$$

$$\eta_i^T = Q_{i-1} \cdot a_i^T \quad (2)$$

$$g_i = 1 / P_i + a_i \eta_i^T \quad (3)$$

где a_i – i -тая строка матрицы коэффициентов параметрического уравнения поправок A ,

P_i – вес i -того измерения.

Рассмотрим, как рекуррентным способом можно получить главную псевдообратную матрицу A^+ , удовлетворяющую условиям Мура-Пенроуза:

$$\begin{aligned} AA^+A &= A; \\ A^+AA^+ &= A^+; \\ (A^+A)^T &= A^+A; \\ (AA^+)^T &= AA^+. \end{aligned} \quad (4)$$

Известно, что матрицу A^+ найти достаточно сложно. Элементы этой матрицы можно отыскать посредством программного комплекса MATLAB, используя функцию $A^+ = \text{pinv}(A)$. Но составление специальных программ по уравниванию геодезических сетей в MATLAB проблематично, - нужна самостоятельная отдельная программа.

В докладе приведены числовые примеры по практическому использованию формул по нахождению A^+ и R^+ .

Вычисление значения азимута линии GNSS-методами

Усова О. О.

Полоцкий государственный университет

Достоинствами применения GNSS-приемников являются:

- отсутствие необходимости в постройке геодезических сигналов;
- полная независимость измерений от времени суток и года;
- всепогодность измерений;
- возможность определения координат при размещении одного из приемников на подвижном носителе;

высокий уровень производительности и оперативности труда в основном за счет автоматического приема, контроля и обработки спутниковой информации как в пострежиме, так и в реальном масштабе времени;

– и, что особенно актуально, независимость измерений от видимости между пунктами.

Актуальным является использование GNSS-приемников на строительных площадках. Как правило, видимость между пунктами ограничивают здания и сооружения

В относительном методе спутниковой геодезии измеряемыми величинами являются приращения пространственных геодезических координат ΔX , ΔY , ΔZ между двумя точками с координатами X_1 , Y_1 , Z_1 и X_2 , Y_2 , Z_2 . При этом спутниковым приемником определяются приращения координат в 1000 раз точнее, чем сами координаты. Этим обстоятельством можно воспользоваться при вычислении истинных азимутов A_{12} и A_{21} по следующей методике:

1) зная, по показаниям GNSS-приемника, X_1 , Y_1 , Z_1 вычисляем геодезические координаты для первой точки B_1 , L_1 , H_1 ;

2) по пространственным координатам и их приращениям вычисляем координаты второй точки $X_2' = X_1 + \Delta X_{12}$; $Y_2' = Y_1 + \Delta Y_{12}$; $Z_2' = Z_1 + \Delta Z_{12}$;

3) по значениям координат X_2' , Y_2' , Z_2' находим B_2' , L_2' , H_2' ;

4) решая обратную геодезическую задачу на эллипсоиде вращения по значениям B_1 , L_1 , B_2' , L_2' , находим прямой A_{12} и обратный A_{21} азимуты.

Преимущество изложенного метода заключается в том, что координаты X_1 , Y_1 , Z_1 могут иметь достаточно приближенные значения в зависимости от длины стороны S_{12} .

В заключение отметим, что данная методика будет полезной при математической обработке внецентренных спутниковых GNSS-измерений, а также при определении азимута на ориентирные пункты.

Реализация на ЭВМ алгоритма оценки точности геодезических сетей методом З.М. Юршанского

Шнитко С.Г.

Полоцкий государственный университет

Метод З.М. Юршанского при оценке точности геодезических сетей позволяет производить оценку точности функции F без ее предварительной линеаризации. Для этого с помощью элементов обратной матрицы Q_{ji} Юршанским З.М. предлагается определить переходные коэффициенты по формуле

$$q_j = f(x_1 + Q_{j1}, x_2 + Q_{j2}, \dots, x_t + Q_{jt}) - f(x_1, x_2, \dots, x_t) \quad (j = 1, 2, \dots, t). \quad (1)$$

Затем обратный вес функции получают по формуле

$$\frac{1}{P_F} = f(x_1 + q_1, x_2 + q_2, \dots, x_t + q_t) - f(x_1, x_2, \dots, x_t). \quad (2)$$

Достоинством этих формул является то, что не надо находить частные производные $\frac{\partial F}{\partial x_j}$, что оправдано при сложном виде функций F , например,

при уравнивании геодезических сетей на трехосном эллипсоиде.

Недостатком этих формул является то, что приращение в x_i не нормированы. В таком случае З.М. Юршанский предлагает, ориентируясь на наибольший по модулю элемент этой строки, подобрать подходящий масштабный коэффициент δ_j , который в первом случае должен уменьшить, а во втором – увеличить приращения аргументов и вычислить q_j по формуле

$$q_j = \{f(x_1 + \delta_j Q_{j1}, x_2 + \delta_j Q_{j2}, \dots, x_t + \delta_j Q_{jt}) - f(x_1, x_2, \dots, x_t)\} \delta_j^{-1}, \quad (3)$$

которую рекомендуется использовать вместо формулы (1).

Аналогичным образом, в случае необходимости, подбираем масштабный коэффициент δ_q для величин Q_j и вместо формулы (2) можно записать:

$$\frac{1}{P_F} = \{f(x_1 + \delta_q q_1, x_2 + \delta_q q_2, \dots, x_t + \delta_q q_t) - f(x_1, x_2, \dots, x_t)\} \delta_q^{-1}. \quad (4)$$

В наших исследованиях предлагается получать δ по формулам

$$\delta_i = \delta / |Q_{ji}|_{\max}, \quad \delta_q = \delta / |q_j|_{\max}, \quad (5)$$

где δ вычисляется по формуле

$$\delta = \sqrt{|X| + 10^{-\frac{m}{3}} / 10^3}, \quad (6)$$

**Применение эталонных точечных констант
для вычисления относительной обусловленности при оценке
качества геодезических сетей**

Ткачев А.А.

Белорусский государственный университет транспорта

Относительная обусловленность ψ , вычисляемая по формуле

$$\psi = \frac{C_i}{C_1^3} \quad (i = 1, 2, 3, \dots), \quad (1)$$

широко используется на геодезическом производстве при проектировании геодезических сетей с применением программы OZENKA. Индекс i означает порядковый номер числа обусловленности с применением различных формул. Для спектрального числа обусловленности в 1984 году В.И. Мицкевичем и Н.В. Сияякиной была получена формула

$$C^3 \approx 0,6K^{2,5}, \quad (2)$$

где K – количество определяемых пунктов. Достоинство этой формулы в том, что она позволяет найти C^3 для любых обширных геодезических сетей. Недостатком этой формулы является то, что она получена для геодезических сетей триангуляции со связующими углами 60° методом интерполирования путем поиска констант α и β в выражении

$$C^3 \approx \alpha K^\beta. \quad (3)$$

По применению формул (2,3) у нас есть предложения:

- 1) находить вместо $C_{60^\circ}^3$ величину $C_{57^\circ}^3$, где 60° и 57° связующие углы треугольников;
- 2) вместо (2) вычислять $C_{57^\circ}^3$, подставляя ее в равенство (1).

С учетом этих предложений составлена программа GENA2, в которой используются точечные константы для каждого определяемого пункта в различных геодезических сетях.

В заключение отметим, что при применении формулы (1), когда вместо C^3 подставляется значение из файлов gen1-gen7, относительная обусловленность становится большей, чем с использованием формулы (2), а следовательно, ужесточаются требования к качеству построения геодезических сетей.

Проектирование геодезических нивелирных сетей с резервным числом превышений

Усов Д. В.

Полоцкий государственный университет

В строительстве уникальных инженерных сооружений довольно часто представляется целесообразным, чтобы разбивочная сеть повторяла форму сооружения. Что касается структуры сетей, то в зависимости от состава, требуемой точности и периодичности измерений, размера и сложности объекта, подлежащих высотному геодезическому обеспечению, высокоточная нивелирная сеть строится в виде локальных схем разомкнутых ходов с одним узлом и более или замкнутых полигонов малых размеров, составленных из одной, двух или трех ступеней развития.

При проектировании нивелирных сетей, предназначенных для определения осадок инженерных объектов, можно варьировать либо количеством превышений, либо весами измерений. На небольших площадках, когда открыта видимость между всеми пунктами сети и используется один и тот же нивелир и единая методика наблюдений, веса измерений можно принять равными единицы, т.е. измерения являются равноточными. В этих условиях остается изменять в проекте работ только состав измерений.

В докладе рассмотрено это положение на примере замкнутых нивелирных ходов с различным количеством пунктов сети k .

Правильное размещение пунктов наблюдений на местности является ведущей частью всей работы по измерениям вертикальных движений инженерных сооружений. От правильности размещения и числа пунктов во многом зависят качество, полнота и четкость выявления возможных смещений.

В заключение хочется отметить, что прежде чем выбирать методику и программу периодических измерений, способ уравнивания и оценки точности результатов измерений необходимо и достаточно, во-первых, знать заданные величины средних квадратических ошибок определения осадок сооружения и измерения превышений и, во-вторых, запроектировать и осуществить в натуре такую схему высотной сети, которая обеспечивала бы наибольший вес уравненных значений превышений между исходной и исследуемыми пунктами.

В этом состоит техническое обоснование схемы проектируемой высотной опорной сети.

Новые системы спутникового позиционирования Leica Viva GNSS

Ковалёв А.А., Чиберкус Ю.Н., Кононович С.И., Терешина О.Ю.
ЗАО «Экомир» (г. Минск)

Глобальные Навигационные Спутниковые Системы (ГНСС) широко используются в самых различных областях хозяйствования: от простейшей навигации до высокоточных измерений колебаний гигантских мостов, подвижек земной коры в техногенных районах и т.п. Распространению данных систем способствуют их всепогодность и всесезонность, отсутствие необходимости прямой видимости между пунктами, высокая точность измерений, высокий уровень автоматизации полевых измерений, удаление от базовых станций (исходных пунктов) на десятки и сотни километров.

В 2010 году концерн выпустил новое поколение ГНСС приемников Viva, которые работают не только в системах GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС, но имеют возможность отслеживания новых сигналов GPS L2C, а также GPS L5, GALILEO и COMPASS, которые будут развернуты в будущем. Для этого в приемниках реализована гибкая концепция основной платы: имеется 120 каналов, что позволяет отслеживать до 60 спутников одновременно. В основу системы Leica Viva GNSS заложены многолетние знания и опыт, гарантирующие надежность и точность. Новейшая технология снижения влияния многолучевости SmartTrack+ обеспечивает отслеживание спутников на низких углах возвышения с высокой точностью измерений, быстрый захват спутников и получение надежного решения в режиме реального времени (RTK) на большом удалении от базовой станции (до 30 км без потери качества). Как и в предыдущей серии 1200 в Viva реализована X-функция интеграции геодезического оборудования (с тахеометрами) и ПО: одинаковый интерфейс и база данных, работа с одинаковыми форматами данных, одинаковая структура данных, общая база данных, общие аксессуары – оптимизация загруз, единый офисный интерфейс – одинаковая функция загрузки/выгрузки данных, одинаковый вид данных,

Новые трехчастотные приемники Leica GS10 и GS15 разработаны для выполнения любой задачи, связанной с геодезической съемкой. Так как они осуществляют запись данных на сменную карту памяти типа SD как в формате Leica так и RINEX, они могут использоваться не только в качестве мобильных подвижных приемников (роверов), но и в качестве полевых базовых станций даже без использования контроллера.

Система Leica Viva GNSS – очень гибкое решение для выполнения геодезических работ.

Новые алгоритмы в проекции Руссилья и вычисление характеристик проекций Меркатора и Руссилья

Акреш Мохаммед Сабри Али
Ливия

Основные задачи в исследовании

- Расширение алгоритма проекции Руссилья;
- Определение линейных искажений в обеих проекциях;
- Вычисление и сравнение характеристик проекций Руссилья и Меркатора

Для получения алгоритмов взаимосвязи проекций Руссилья и Меркатора используются прямоугольные координаты. Схема представлена на рис.1

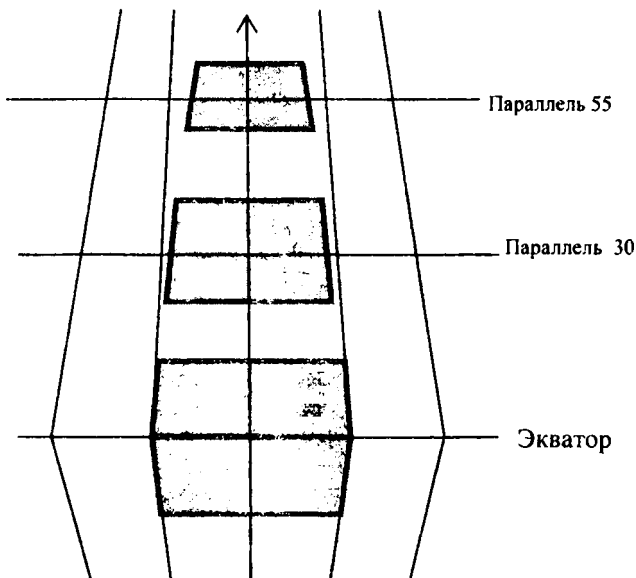


Рисунок 1 – Географическая сетка

В работе получены следующие результаты:

- 1) получены до 12 степени разложения ряды в проекции Руссилья;
- 2) из сравнения следует, что проекция Руссилья от экватора и до широты 45 градусов лучше, чем проекция Меркатора;
- 3) линейные искажения в проекции Руссилья меньше, чем в проекции Меркатора от экватора до широты 45 градусов.

Проектирование дорог

Определение зоны видимости пути в направлении движения

Селюков Д.Д., Тимошенко М.С.

Белорусский национальный технический университет

Движение и фиксация рабочей точки глаз водителя, предназначенное для поиска и восприятия помех движению в пределах рабочей зоны видимости пути в направлении движения, являются вспомогательной компонентой целенаправленной деятельности водителя по управлению транспортным средством. Глаз находится в состоянии фиксации 95 % времени, когда происходит восприятие информации, а остальные 5 % времени приходятся на скачки и др. Рабочая точка глаза – точка, помещенная на конце зрительной оси, обращенной во внешнее пространство. Ее удаление зависит от скорости движения, и она может размещаться на объектах наблюдения, расположенных в рабочей зоне видимости водителя: на транспортных средствах, внутреннего и внешнего рабочего места водителя. Рабочая зона видимости пути в направлении движения формировалась на протяжении эволюции развития человека, его взаимодействия с окружающей средой и зависит от скорости и направления движения. Она претерпела изменения, связанные с применением человеком для передвижения в пространстве сначала гужевого транспорта, а теперь автомобилей, которые развивают высокие скорости движения. Таким образом, размеры рабочей зоны видимости пути в направлении движения зависят от многих факторов, но определяющим являются опико-физиологические критерии зрения водителя, которые необходимо учитывать при определении ее параметров.

В профильной литературе рабочую зону видимости пути в направлении движения определяют упрощенно. Расстоянием видимости из условия экстренного торможения и боковой видимостью полосы, прилегающей к дороге. На приближенность и условность 4 расчетных схем видимости торможения и 5 схем объезда, предложенных в 1938 году Г.Д. Дубелиром, он сам обращал внимание, что необходимо установление таких расчетных схем, которые наиболее соответствуют действительным условиям вождения автомобилей. Об этом указывал В.Ф. Бабков в 1953 году в статье «За дальнейшее развитие теории проектирования автомобильных дорог». Одна из этих схем, учитывающая экстренное торможение перед неподвижной помехой движению, включена в действующий норматив ТКП 45-3.03-19-2006 «Автомобильные дороги. Нормы проектирования».

Для определения рабочей зоны видимости пути в направлении движения необходимо устанавливать ее зависимость от скорости движения транспортного средства при оптимальной функциональной напряженности водителя.

Методы контроля соответствия закругления дороги проектным данным

Селюков Д.Д., Кравцова М.А.

Белорусский национальный технический университет

При автодорожной экспертизе дорожно-транспортных происшествий, совершенных на закруглении автомобильной дороги, необходимо идентифицировать элементы плана трассы закругления: вид кривой, радиус круговой кривой, переходную кривую. Идентификация элементов плана трассы закругления необходима для установления технической причинно-следственной связи между дефектом автомобильной дороги на закруглении и ДТП.

По данным обследования в Российской Федерации более 600 километров автомобильных дорог I – V категорий было установлено В.В. Столяровым, что недопустимо грубо ведется строительство кривых в плане, в пределах круговой кривой радиус кривой изменяется от 5 до 10 раз. Такое положение наблюдается и на дорогах Республики Беларусь. Такие отступления от проектных данных приводят к появлению неожиданных для водителей центробежных сил, увеличивают опасность возникновения ДТП.

В науке и технике известны два способа контроля величины радиуса круговой кривой построенной автомобильной дороги проектным данным:

- по измеренному углу поворота и биссектрисе кривой;
- по измеренной длине хорды и стрелки подъема, измеряемой от середины хорды до дуги кривой.

Эти способы не позволяют определить начало закругления дороги и идентифицировать элементы плана трассы закругления автомобильной дороги в месте ДТП. Они не применимы: для контроля вида кривой; точности выноски плана трассы закругления дороги в натуру; радиуса кривизны кривой отличной от круговой кривой.

Техническое решение, относящееся к способу контроля соответствия закругления дороги проектным данным, защищено в 2010 году патентом на изобретение Республики Беларусь и исключает недостатки существующих методов. Суть технического решения заключается в том, что находят вершину угла поворота, измеряют величину угла поворота, разбивают пикетаж от вершины угла поворота, измеряют ординаты для точек пикетажа. По измеренным данным строят план трассы закругления построенной автомобильной дороги. На этот план наносят проектное закругление. Разность ординат для точек пикетажа, изображенная на плане, позволяет наглядно и аналитически установить соответствие или несоответствие между построенным и проектным закруглением автомобильной дороги.

Системно-функционально-деятельностный подход при проектировании закругления дороги

Дрозд Д.Н.

Белорусский национальный технический университет

При обосновании норм проектирования закругления автомобильной дороги предлагали вначале применять субъективный, а затем технический, системно-технический, антропоцентрический и системно-функционально-деятельностный подходы.

Субъективный подход – это подход, при котором параметры закругления дороги по субъективным соображениям, исходя из геометрического размещения гужевого транспортного средства на полосе движения и учета конструктивных особенностей гужевых повозок.

На смену субъективному подходу пришел технический подход обоснования норм проектирования закругления автомобильной дороги. Технический подход – это подход, при котором параметры закругления дороги назначают при изучении взаимодействия между транспортным средством и покрытием дороги на закруглении.

Системно-функционально-деятельностный подход обоснования норм проектирования закругления автомобильной дороги – это подход, при котором исследуют все прямые и обратные связи между элементами биомеханической функциональной системы «водитель – транспортное средство условия дорожного движения» при движении по закруглению дороги. Исследование деятельности специалистов, отвечающих за обеспечение нормального функционирования элементов системы, проводится для обеспечения нормального функционирования всей системы в целом.

Технический подход обоснования норм проектирования закругления автомобильной дороги получил широкое распространение после глубокого теоретического и экспериментального исследования, проведенного в 1938 году А.В.Макаровым. Формулы, предлагаемые в нем по определению радиуса закругления автомобильной дороги, применяют до настоящего времени независимо от того, размещено ли закругление на спуске, подъеме или горизонтальном участке. Они не учитывают силу тяги транспортного средства, продольный уклон дороги и продольную составляющую веса транспортного средства. Техническое решение по определению радиуса закругления автомобильной дороги на спуске, защищено в 2010 году патентом на изобретения Республики Беларусь. Оно учитывает равенство сдвигающих и удерживающих сил, действующих на колеса ведущей оси при движении транспортного средства по закруглению на спуске дороги, и базируется на системно-функционально-деятельностном подходе.

Козицкий П.А.

Белорусский национальный технический университет

Закругление автомобильной дороги малого радиуса содержит участок перехода от двухскатного поперечного профиля к односкатному профилю. На отгоне виража имеется участок с нулевым поперечным уклоном. Отгон виража влияет на возникновение у водителя зрительных иллюзий. При проезде отгона виража происходит перераспределение сил между осями и колесами транспортного средства.

В профильной литературе в работах Г.Д. Дубелира, В.Ф. Бабкова, А.К. Бируля, О.В. Андреева, П.Я. Дзениса и др. изложены технические решения по устройству отгона виража. Отгон виража устраивают на спуске, подъеме или горизонтальном участке. Переход от двухскатного поперечного профиля к односкатному профилю выполняют по закону прямой и ломаной линии, до и после начала переходной кривой. Известные в науке и технике технические решения по устройству отгона виража не учитывают объема и интенсивности выпадения осадков в виде дождя, продольный уклон дороги. На участках отгона виража с малыми поперечными и продольными уклонами происходит застой дождевой воды, толщина и площадь которой может достигать значительных размеров. Застой дождевой воды на поверхности дорожного покрытия на участке отгона виража с технической точки зрения представляет опасность для движения транспортных средств из-за возникновения аквапланирования.

Предметом исследования является влияние метеорологических условий при проектировании отгона виража на безопасность дорожного движения. Объектом исследования является биомеханическая функциональная система «водитель – транспортное средство – условия дорожного движения». Специалистами разных специальностей создана биомеханическая функциональная система. Негативный и позитивный результат дорожного движения – результат функционирования системы «водитель – транспортное средство – условия дорожного движения», который необходимо изучать во взаимосвязи с элементами и связями системы, неблагоприятными для движения метеорологическими условиями. Известно техническое решение устройство отгона виража, защищенное патентом изобретения Республики Беларусь, которое исключает застой воды более 2 мм на дорожном покрытии на участке отгона виража в сечении с нулевым поперечным уклоном, но при этом остались неучтенными другие неблагоприятные для движения погодно-климатические факторы – обледенелое состояние дорожного покрытия.

Методика расчета и оптимизации конструкций дорожных одежд по критерию упругого прогиба

Брюсова А.О.

Белорусский национальный технический университет

Критерий прочности по упругому прогибу является интегральным, т.е. учитывает устойчивость дорожных одежд к нескольким видам деформаций и разрушений. В частности к силовым деформациям и разрушениям, пластическим и усталостным деформациям. Однако данный учет является косвенным поскольку критерий упругого прогиба получен имперически, т.е. на основе наблюдений и обработке экспериментальных данных. Базой для разработки данного критерия послужили эксперименты AASHO (Американской ассоциации дорожных специалистов), выполненных в 1966 году.

Расчет по допустимому упругому прогибу (по требуемому модулю упругости) ведут в следующей последовательности:

- а) определяют минимальное значение коэффициента прочности $K_{пр}$ по таблицам;
- б) по расчетной приведенной накопленной интенсивности воздействия нагрузки на одну полосу с учетом капитальности одежды вычисляют требуемый модуль упругости $E_{тр}$ конструкции и сравнивают с минимально допустимым;
- в) вычисляют произведение $K_{пр} E_{тр} = E_{общ}$;
- г) предварительно назначают толщину верхних слоев из материалов, содержащих органическое вяжущее;
- д) назначают модуль упругости грунта активной зоны земляного полотна и материалов слоев;
- е) по номограмме, выполняя расчет сверху вниз, находят модуль упругости на поверхности основания;
- ж) если основание однослойное, то по модулям упругости на поверхности основания, материала основания и грунта земляного полотна определяют толщину основания по той же номограмме;
- з) если предусмотрено основание из нескольких слоев, то предварительно назначают толщины дополнительных слоев, а затем послойно снизу вверх находят по номограмме модуль упругости на поверхности дополнительного слоя, после чего аналогично изложенному определяют толщину остальной части основания;
- и) допустимо вести расчет дорожной одежды снизу вверх с последовательным определением модулей упругости на поверхности конструктивных слоев.

Расчет дорожной одежды на устойчивость к пластическим деформациям

Адашкевич В.И., Волчек Т.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Под сдвигоустойчивостью понимают устойчивость отдельных слоев дорожной одежды к появлению остаточных, пластических деформаций. Данный расчет предназначен для проверки устойчивости грунтов земляного полотна и несвязных слоев основания к этим деформациям и предотвращения неровностей как в продольном, так и в поперечном направлениях.

Ответственным за появление пластических деформаций может быть любой конструктивный слой и земляное полотно. Возможна ситуация когда ответственность несут несколько конструктивных слоев.

В то же время наиболее часто накоплению пластических деформаций подвергнуты верхний и нижний слои покрытия. Связано это с повышенным нагревом данных слоев в летний период и достаточно высоким уровнем напряжения от действия транспортной нагрузки на дорожную одежду.

Пластические деформации можно разделить на следующие группы:

1. Продольные колеи различной конфигурации.
2. Поперечные деформации в виде гребенки.
3. Наплывы, отпечатки и сдвиги, возникающие в локальных местах перераспределения транспортных потоков и стоянках.

Причинами появления пластических деформаций является несоответствие свойств материала, ответственных за появление пластических деформаций, напряженному состоянию, возникающему при движении расчетного автомобиля.

То есть

$$\tau \leq R_{сдв}$$

где τ – касательные напряжения в покрытии от расчетного автомобиля при расчетных условиях;

$R_{сдв}$ – прочность материала на сдвиг.

В целом, для объективной оценки свойств материала, ответственных за появление пластических деформаций, необходимо знать две группы свойств:

1. Свойства, необходимые для расчета напряженно-деформированного состояния (деформационные свойства).
2. Свойства, необходимые для оценки устойчивости материала пластическим деформациям (прочностные свойства).

Расчетная схема и условия сдвигоустойчивости материала покрытия

Адашкевич В.И., Гинько И.О.

Белорусский национальный технический университет

При разработке проекта дорожной одежды, выполнении ее расчета, а также выборе материалов конструктивных слоев для обеспечения устойчивости к пластическим деформациям, прежде всего, необходимо:

1. Выбрать расчетный автомобиль и его параметры.
2. Назначить конструкцию дорожной одежды, оптимальную с точки зрения устойчивости к пластическим деформациям.
3. Выбрать материалы и определить (или назначить) их расчетные характеристики.
4. Произвести расчеты напряженно-деформированного состояния и проверить условие сдвигоустойчивости.
5. Скорректировать материалы, конструкцию дорожной одежды или расчетные характеристики при невыполнении условия.

Материал слоев дорожной одежды рассчитывается на сопротивление сдвигу при длительном действии горизонтальной и вертикальной нагрузки по приближенному методу (величина горизонтальной нагрузки составляет 75% от вертикальной). За расчетную температуру принимается температура $+50^{\circ}\text{C}$.

Для обеспечения сдвигоустойчивости материала покрытия марка битума для верхнего и нижнего слоя его слоя должна применяться 60/90 или 40/60. Рекомендуется использовать модифицированные битумы. Следует иметь в виду, что обеспечить устойчивость к пластическим деформациям на участках торможения и остановках можно, используя модифицированные битумы или битумы марки 40/60.

Для проверки устойчивости материалов покрытия к пластическим деформациям необходимо экспериментально определить или назначить по нормативным документам их расчетные характеристики, к которым относятся:

1. Модуль упругости при расчетной температуре 50°C ;
2. Угол внутреннего трения и сила внутреннего сцепления.

После выбора материалов и назначения конструкции дорожного покрытия приступают к его расчету.

Целью расчета является проверка соответствия свойств материалов дорожной одежды условию сдвигоустойчивости. При неудовлетворении требований прочности по сдвигу в материале дорожной одежды необходима его замена более сдвигоустойчивым или изменение всей конструкции проектируемой дорожной одежды.

Расчет устойчивости монолитных конструктивных слоев дорожной одежды на действие транспортных нагрузок и погодно-климатических факторов

Дубенчук М.Н.

Белорусский национальный технический университет

Условие устойчивости асфальтобетонных слоев к совместному воздействию транспортной нагрузки и природно-климатических факторов имеет вид

$$\psi \leq DP,$$

где ψ – фактический уровень повреждаемости материала покрытия от совместного действия транспортной нагрузки и погодно-климатических факторов; DP – процент дефектности существующей дорожной одежды по ТКП 140.

Для определения фактического уровня повреждаемости материала покрытия необходимы следующие исходные данные:

- число накопленных ссеей за расчетный срок службы $\sum N_p$, шт.;
- растягивающие напряжения в слое покрытия σ_p , МПа;
- прочность материала на растяжение при изгибе R_p , МПа;
- предельная структурная прочность материала R_c , МПа (по СТБ 1033);
- расчетный срок службы дорожной конструкции $T_{ср}$, лет.

Расчетная осевая нагрузка принимается равной нагрузке, на основании которой производился расчет на упругий прогиб. Для вычисления растягивающих напряжений в асфальтобетонных слоях дорожной одежды пользуются номограммами. Для расчетов принимают модули: для верхнего слоя – средневзвешенный, для нижнего слоя – эквивалентный. В расчет принимают большее значение растягивающих напряжений. Напряжения, определенные по представленным номограммам, увеличивают в зависимости от группы нагрузок: A_2 – на 1,00; A_3 – на 1,12. При неизвестном составе и интенсивности транспортного потока суммарную интенсивность за весь расчетный срок службы до капитального ремонта определяют обратным расчетом исходя из требуемого минимального модуля упругости дорожной конструкции $E_{мр}$.

Если условие $\psi \leq DP$ не выполняется, увеличивают толщину слоев. Также проектная организация может ограничить максимальный уровень водонасыщения и указать его в задании на подбор состава асфальтобетона.

На практике удобно построить график зависимости уровня повреждаемости от толщины покрытия (основания) и по предельному уровню повреждаемости найти требуемую толщину.

Генерация шума качения и дорожное покрытие

Ясинский М.В.

Белорусский национальный технический университет

Шум движения, генерируемый двигателями и трансмиссиями транспортного средства, в последние несколько лет был значительно сокращен из-за технологического прогресса.

Шум качения, т.е. шум от контакта покрышки и покрытия, стал иметь большее значение в общем шуме от транспортного движения, особенно при скоростях свыше 50 км/час, что в городских зонах случается обычно ночью, когда дороги становятся более свободными.

Шум контакта покрышка-покрытие зависит от типа покрышки (рисунок протектора и т.д.) и типа слоя износа покрытия.

Шум производится следующими явлениями:

- "шум удара": генерируется от удара блоков рисунка протектора о поверхность слоя износа.
- "закачивание воздуха": генерируется вибрацией воздуха в бороздах рисунка протектора от сжатия, происходящего из-за деформации покрышки.
- "пробуксовка и прилипание": генерируется подобно шуму от "эффекта присоски" из-за захвата резиной покрышки зерен каменного заполнителя поверхности слоя износа.

Поэтому шум, генерируемый контактом покрытие/покрышка, очень значительно зависит от размеров зерен каменного заполнителя слоя износа.

Снижение шума от контакта покрытие/покрышка - задача непростая, потому что снижение шума от одного из явлений, может усилить шумовое влияние двух других.

Дискомфорт, создаваемый окружающей среде шумом транспортного движения, может оцениваться как общим индексом, так и замером шума от движения единичного транспортного средства по дорожному покрытию. В международной практике общий индекс обозначается LA_{Aeg} и подразумевает постоянный шумовой уровень для определенного периода времени, который равен результату от реального процесса выделения шума.

Замеры различных категорий уровней шума на основных типах слоев износа методом "спуска под уклон" показывают, что различие между максимальным и минимальным значением уровней шума довольно значительны (от 3 до 10 дБ), но общий спектр шумовых уровней для всех типов слоев износа дорожного покрытия находится между 75 и 77 дБ.

Воздействие шума на организм человека

Шохалевич Т.М., Подгорный П.С.

Белорусский национальный технический университет

В условиях интенсивной автомобилизации большое значение приобретает прогнозирование и оценка уровня транспортного шума, а также разработка методов по обеспечению акустического комфорта в прилегающих к дорогам районах жилой застройки.

Человек всегда жил в условиях природного акустического фона, который, как правило, не оказывал неблагоприятного воздействия. Техногенез привел к появлению большого числа искусственных акустических шумов, ставших одной из форм загрязнений окружающей среды.

Шумы, в особенности техногенного происхождения, вредно воздействуют на организм человека. Это вредное действие проявляется в специфическом поражении слухового аппарата и неспецифических изменениях других органов и систем человека. В медицине существует термин "шумовая болезнь", сопровождаемая гипертонией, гипотонией и другими расстройствами.

Шум является общебиологическим раздражителем, действующим не только на слуховой аппарат, но и на нервную систему, сердечно-сосудистую, вызывает головные боли.

Шум как физический фактор представляет собой волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение упругой среды, носящее обычно случайный характер.

Шум имеет определенную частоту, или спектр, выражаемый в герцах, и интенсивность – уровень звукового давления, измеряемый в децибелах. Для человека область слышимых звуков определяется в интервале от 16 до 20 000 Гц. Наиболее чувствителен слуховой анализатор к восприятию звуков частотой 1000—3000 Гц (речевая зона). Колебания с частотой ниже 16 Гц называют инфразвуковые, а свыше 20 000 Гц – ультразвуковые. Инфракрасное и ультразвуковое не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое действие на организм человека.

В настоящее время в Республике Беларусь действуют два нормативных документа: ГОСТ 12.1.003 "Шум. Общие требования безопасности" и СанПиН 2.2.412.1.8.10-32-2002 "Шум на рабочих местах. Предельно допустимые уровни".

Данные нормативные документы устанавливают:

- классификацию шумов;
- допустимые уровни шума на рабочих местах;
- методы по снижению шума в рабочей среде.

Использование геотекстиля при возведении земляного полотна

Дулевич Т.В., Шохалевич Т.М.

Белорусский национальный технический университет

Мировой и отечественный опыт применения геотекстиля в строительстве подтверждает его высокую эффективность, в частности отмечается снижение затрат при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог, особенно в условиях удорожания традиционно используемых материалов (песка, щебня и др.).

Геотекстильное полотно является экологически чистым материалом, изготовленным из бесконечных пропиленовых волокон иглопробивным методом. Материал обладает высоким модулем упругости, благодаря которому, может воспринимать значительные нагрузки.

Применение геотекстиля при возведении насыпей на слабых основаниях, таких как глина, торф или переувлажненные грунты, позволяет достигать большей устойчивости земляного полотна, требуемой прочности и надежности рабочего слоя, тем самым, исключая образование колеи, просадок или проломов на вышеперечисленных участках. Укладка геотекстиля между слоями основания из различных материалов препятствует их перемешиванию и обеспечивает проектную толщину слоя.

В местах с близким расположением грунтовых вод и в болотистой местности из-за переувлажнения почвы и проникновения глины во фракции щебня при промерзании образуется пучинистость.

Обладая хорошей капиллярностью, геотекстиль служит водоотводящим слоем, что позволяет предотвратить нарушение ровной поверхности дорожного полотна и способствует увеличению срока эксплуатации автомобильных дорог.

При строительстве временных дорог геотекстильная прослойка укладывается между слоем грунта и основанием, обеспечивая более равномерное распределение давления от транспортных средств на основание, а также препятствует проникновению частиц насыпного грунта в грунт основания.

В случае реконструкции автомобильных дорог при расширении дорожного полотна, может применяться как разделитель между почвой и добавленной частью дорожного пути, позволяя обеспечить общую целостность конструкции.

Устройство геотекстильной прослойки при укреплении откосов земляного полотна выполняет роль покрытия, тем самым позволяет защитить грунты откосов от эрозии и улучшает развитие травяного покрова и дернины.

Методика проектирования левоповоротных соединительных ответвлений транспортной развязки типа «Труба»

Яцевич И.К., Акулёнок П.В.

Белорусский национальный технический университет

Транспортная развязка типа «Труба» включает два левоповоротные соединительные ответвления CO1 и CO2. Соединительное ответвление предназначено для поворота налево с главной дороги на примыкающую (CO2) и с примыкающей на главную (CO1). Примыкающая дорога до соединительных ответвлений CO1 и CO2 двухполосную проезжую часть с двухскатным поперечным профилем на прямом участке, с односкатным на круговой кривой и с отгоном виража на переходной кривой.

Соединительное ответвление CO1 начинается в сечении, в котором кромки покрытия CO1 и CO2 разделяются. Далее оно продолжается по круговой кривой радиусом, равным радиусу оси внутренней полосы проезжей части примыкающей дороги. Трасса CO1 заканчивается переходной кривой. Контрольной отметкой проектной линии является отметка точки К, определяемая по методике проектирования транспортной развязки «Полный клеверный лист». Проектная линия примыкающей дороги и CO1 рассчитывается совместно. Потому отметку точки К принимают условно выше полученной расчетом на величину равную произведению уклона виража на половину полосы проезжей части CO1.

Соединительное ответвление CO2 начинается на главной дороге с переходной кривой. Трасса соединительного ответвления CO2 включает закругление малого радиуса (с вершиной ВУ1 на главной дороге), участок прямой и переходную кривую между этой прямой и внешней полосой трассы примыкающей дороги.

План трассы CO1 проектируется по методике принятой для левоповоротных соединительных ответвлений транспортной развязки «полный кленовый лист». Закругление малого радиуса CO2 состоит из двух переходных и круговой кривых.

Проектная линия соединительного ответвления CO2 рассчитывается исходя из контрольных точек ГП на отмыкании от главной дороги и m в сечении, в котором бровки обочин соединительных ответвлений CO1 и CO2 сходятся.

Положение и отметка точки m определяется по методике, принятой для проектирования правоповоротных соединительных ответвлений транспортной развязки «Полный клеверный лист». Положение и отметка точки m определяется по методике, применяемой для проектирования транспортной развязки «Неполный клеверный лист».

Определение контрольных отметок проектной линии соединительных ответвлений транспортной развязки «Неполный клеверный лист»

Яцевич И.К., Билый В.В.

Белорусский национальный технический университет

Транспортная развязка «Неполный клеверный лист» включает две пары соединительных ответвлений. Каждая пара соединительных ответвлений имеет общую часть СО и отдельные части СО1 и СО2. Соединительное ответвление СО1 предназначено для обеспечения съезда на главную автомобильную дорогу, а соединительное ответвление СО2 предназначено для автомобилей, поворачивающих на второстепенную автомобильную дорогу.

Проектная линия соединительного ответвления СО начинается на второстепенной дороге в точке К пересечения оси СО с кромкой укрепленной полосы.

Контрольная отметка точки К определяется по формуле

$$H_K = H_2(O) - i_n (b/2 + b + c),$$

где $H_2(O)$ – проектная отметка второстепенной дороги на примыкании СО1;

i_n – поперечный уклон проезжей части;

b, c – ширина полосы проезжей части и укрепленной полосы.

Проектная линия соединительного ответвления СО1 заканчивается на главной дороге в точке К'. Точка К' характерна тем, что кромка покрытия ответвления СО1 и кромка покрытия главной дороги сходятся в сечении, проходящем через точку К' на соединительном ответвлении СО1 и через точку п на главной дороге. Вычисляют пикетное положение точек пересечения и отметки в точках п и К' по методике, принятой для проектирования транспортной развязки «Полный клеверный лист».

Проектная линия СО и СО1 рассчитывается совместно. Поэтому контрольную отметку К' увеличиваем на величину Δh , равную

$$\Delta h = i_b \cdot b/4,$$

где i_b – уклон виража и ширина проезжей части СО1.

Проектная линия СО2 заканчивается в сечении, проходящем через точку сопряжения бровок обочин.

Положение этого сечения на СО1 и СО2 определяется по специальной методике. По данным о проектной линии СО1 находят проектную отметку этого сечения. По поперечному уклону соединительных ответвлений СО1 и СО2 с учетом ширины проезжей части обочин находят контрольную отметку точки m на соединительном ответвлении СО2.

Геодезическое обеспечение при строительстве мостов

Минова О.Е., Хельский А.В.

Белорусский национальный технический университет

Мосты представляют собой сложные искусственные инженерные сооружения, возводимые в местах пересечения дорог, водотоков и тех мест, где нельзя обойтись без моста. Несмотря на различное назначение, технологию строительства, отличия в строении и характере назначения и даже разные названия, все они имеют одинаковое предназначение - транспортное. После того, как определено месторасположение, согласовано различными государственными инстанциями начинаются основные геодезические работы.

К основным геодезическим работам, обеспечивающим строительство мостов, относится:

- съемка местности и рельефа дна водотока;
- построение плановой и высотной геодезических разбивочных сетей;
- разбивка центров и осей устоев и русловых опор моста;
- детальная разбивка тела опор;
- контроль возведения опор и исполнительная съемка в процессе их возведения;
- разбивка регуляционных и берегоукрепительных сооружений;
- разбивка пути на подходах к мосту;
- разбивочные работы и исполнительная съемка монтажа пролетных строений;
- измерение деформаций во время испытаний моста;
- наблюдения за осадками и кренами опор и деформациями пролетных строений в ходе строительства и эксплуатации моста.

Для оценки участка предполагаемого строительства комплексно проводят основные изыскания: инженерно-геодезические, инженерно-геологические и гидрогеологические; гидрометеорологические, климатологические, метеорологические, почвенно-геоботанические и др. Основные изыскания выполняют в первую очередь на всех типах сооружений. Инженерно-геодезические изыскания позволяют получить информацию о рельефе и ситуации местности и служат основой не только для проектирования, но и для проведения других видов изысканий и обследований.

В процессе инженерно- геодезических изысканий выполняют работы по созданию геодезического обоснования и топографической съемке в разных масштабах на участке строительства, производят трассирование линейных сооружений, геодезическую привязку геологических выработок, гидрологических створов.

Особенность архитектуры висячих мостов

Минова О.Е., Рудковская В.А.

Белорусский национальный технический университет

Висячие конструкции — строительные конструкции, в которых основные элементы, несущие нагрузку, например, тросы, кабели, цепи, сетки, листовые мембраны и т.п., испытывают только растягивающие усилия. Работа висячих конструкций на растяжение позволяет полностью использовать механические свойства высокопрочных материалов, а незначительный вес их даст возможность перекрывать сооружения с наибольшими пролётами.

Висячие конструкции сравнительно просты в монтаже, надёжны в эксплуатации, отличаются архитектурной выразительностью. Недостатками висячих конструкций являются наличие распоров и большой деформативности под действием местной нагрузки. Для восприятия распоров устраиваются анкерные фундаменты или так называемые контурные конструкции. Уменьшение деформативности висячих конструкций достигается введением стабилизирующих элементов — оттяжек, раскосов, балок жёсткости, дополнительных поясов, а также приданием висячим конструкциям формы, допускающей предварительное напряжение.

Геометрически неизменяемые висячие конструкции, выполненные из прямолинейных элементов (вантов), называются вантовыми. Висячие конструкции могут быть плоскими и пространственными. Простейший вид плоской висячей конструкции закрепленный на опорах трос с подвешенными к нему элементами, воспринимающими местную нагрузку. Современные плоские висячие конструкции применяются главным образом в висячих мостах, висячих покрытиях, канатных дорогах, подвесных переходах трубопроводов.

Висячий мост — мост, в котором основная несущая конструкция выполнена из гибких элементов, работающих на растяжение, а проезжая часть подвешена. В современных висячих мостах широко применяют проволочные кабели и канаты из высокопрочной стали с пределом прочности 2—2,5 Гн/м² (200—250 кгс/мм²), что существенно снижает собственный вес моста и позволяет перекрывать большие пролёты. Наряду с этим висячие мосты имеют малую жёсткость вследствие того, что при движении временной нагрузки по мосту кабель (цепь) изменяет свою геометрическую форму, вызывая большие прогибы пролётного строения. Для уменьшения прогибов висячие мосты усиливают в уровне их проезжей части продольными балками или фермами жёсткости, распределяющими временную нагрузку и уменьшающими деформацию кабеля.

Роль платных дорог. Необходимость существования дорожного фонда

Орех О.П., Косниковская А.Л.

Белорусский национальный технический университет

По состоянию автомобильных дорог страны можно довольно точно определить совокупное состояние экономики государства, ведь они являются одним из определяющих факторов, влияющих на стоимость продукции, качество и быстроту ее доставки, а также на совокупный объем реализации.

Транспортная сеть в нашей стране сформирована на достаточно высоком уровне, поэтому на данный момент основной проблемой является ликвидация ямочности, прозедение ремонтов в соответствии с установленными сроками. Тем не менее, из-за нехватки финансирования регламентные работы по текущему и капитальному ремонту дорог в оговоренные нормативами сроки не проводятся.

Наши организации дорожного хозяйства обладают достаточной оснащенностью техникой и квалифицированными кадрами для своевременного проведения работ, однако нерешенным является вопрос об изыскании средств для этого.

Суммы необходимые для поддержания надлежащего состояния наших дорог очень внушительны и финансирование только из государственного бюджета не может решить всех проблем.

Для получения всей суммы необходимо наличие других источников, например дорожного фонда.

Одним из выходов из сложившейся ситуации является – взимание платы за проезд по главным магистралям страны.

Плата за пользование дорогой – это вынужденная мера, так как, только оплачивая проезд, мы можем рассчитывать в дальнейшем на надлежащее качество дорожной сети.

И если произвести расчет средств, которые в дальнейшем потребуются для полного восстановления наших магистралей, до требуемого уровня, то следует ответить на вопрос: сэкономив сегодня, не потратим ли мы завтра в разы больше?

Наличие средств дорожного фонда только ускорило бы реализацию государственной программы «Дороги Беларуси».

Поскольку Республика Беларусь находится в самом центре Европы и через ее территорию проходят несколько панъевропейских транспортных коридоров, мы просто обязаны создать такие условия, чтобы перевозчики не шли в обход нашей страны, а предпочитали именно наши дороги.

Технико-экономическое обоснование инвестиций в дорожные проекты

Суховерка А.А., Мазаник И.Г.

Белорусский национальный технический университет

Технико-экономическое обоснование – это документ, в котором представлена информация о проекте, согласно которой выводится целесообразность (или нецелесообразность) реализации проекта, создания продукта или услуги.

1. На первом этапе происходит определение целей и задач проекта, создания продукта или услуги.

2. Хорошая отправная точка для краткой, но ясной и недвусмысленной идентификации инфраструктуры – это указание её функции.

3. Следующим важным аспектом является согласованность с национальными и европейскими технологическими стандартами, эффективность распределения предполагаемой системы сбора оплаты за проезд, экологические ограничения.

4. Инвестиционные затраты и текущие затраты.

Анализ осуществимости также предназначен для расчетной оценки инвестиционных затрат для каждой из альтернатив и для базового решения.

5. Плата за проезд. Поскольку дорожный спрос зачастую может удовлетворяться различными маршрутами, плата за проезд должна быть приемлемой и справедливой как с точки зрения получателя услуг, так и продавца таких услуг.

6. Финансовый анализ.

При оценке эффективности инвестиций в дорожные проекты следует различать следующие её виды: общественную (экономическую) и коммерческую (финансовую).

7. Экономический анализ.

Общественная эффективность рассчитывается для народнохозяйственных и крупномасштабных инвестиционных проектов, реализация которых существенно влияет на экономическую, социальную и экологическую ситуацию в стране.

8. Воздействие на экономическое развитие региона, отрасли или страны. Оценивается, на сколько увеличится спрос на данную автомобильную дорогу среди иностранных машин.

9. Анализ чувствительности, сценариев и рисков.

Метод сценариев предусматривает одновременное изменение нескольких факторов риска и, таким образом, представляет собой развитие анализа чувствительности.

Автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД)

Гурбан О.В., Гурский С.И.

Белорусский национальный технический университет

Автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД) — это комплексная система мониторинга и управления безопасностью на автодорогах.

Назначение АСУДД: увеличение пропускной способности на улично-дорожной сети города; снижение задержек транспорта на перекрестках; повышение безопасности движения; снижение расхода горюче-смазочных материалов; оздоровление экологической обстановки; повышение оперативности управления.

Методы решения: автоматизированный мониторинг транспортных потоков; адаптивное управление светофорными объектами; автоматизированная детекция нарушений ПДД; оперативное информирование участников дорожного движения; сбор и анализ метеоданных; разгрузка проблемных участков магистралей.

Главным режимом работы АСУДД является режим координированного управления дорожным движением. Принцип координации АСУДД заключается в согласованной работе светофорного объекта на дороге для обеспечения пропуска транспортных средств с минимально короткими задержками по ней. При применении этого принципа транспортные средства следуют по маршруту координации как по расписанию, подъезжая к следующему перекрестку тогда, когда на нем в данном направлении следования загорается разрешающий сигнал («зеленая волна»).

В Минске внедрена модернизированная АСУДД нового поколения (АСУДД «Агат»), отличительной особенностью которой является:

- постоянный контроль за параметрами транспортных потоков на улично-дорожной сети города с помощью широкого применения детекторов;
- адаптивное управление дорожным движением по измеренным (или рассчитанным по данным измерений) параметрам транспортного потока;
- информирование участников движения о рекомендуемой скорости движения на магистрали, о длительности разрешающего и запрещающего сигнала светофора, о возникновении заторовых и ситуаций и путях их объезда.

В настоящее время функционирует программно-технический комплекс центрального управляющего пункта, к которому подключено около 300 светофорных объекта Минска, осуществляется внедрение системы в городе Барановичах и Пинске.

Проектирование левоповоротных соединительных ответвлений транспортной развязки «Клеверный лист» в системе КРЕДО ДОРОГИ

Вишняков Н.В., Михаленок Д.А.

Белорусский национальный технический университет

В результате ручного проектирования транспортной развязки «Клеверный лист» возможна большая вероятность появления ошибок и погрешностей, нерациональное использование площадей под строительство и расходование материалов. Поэтому проектные организации используют методы автоматизированного проектирования. Одним из них является комплекс Credo Дороги.

Рассмотрим проектирование транспортной развязки «Клеверный лист» в системе Credo Дороги, а именно проектирование левоповоротных соединительных ответвлений (ЛПО).

Для проектирования ЛПО предлагается участок плана, на котором создана цифровая модель местности. По результатам изысканий на план нанесены две пересекающиеся дороги. Также необходимы радиусы и длины переходных кривых и окружностей, основные точки для выноски ЛПО: начала и конца съезда, точки расхождения кромок и бровок, их проектные высоты.

Проектирование ЛПО может осуществляться как автоматизацией, так и вводом данных вручную. При ручном способе построения рисуют ось съезда с помощью двух кротоид и окружности между ними. Затем методом «по существующим элементам» создаётся трасса. При автоматизированном способе используется метод «с созданием элементов», программа сама предлагает варианты построения трассы.

Строятся продольные и поперечные профили. Программа сама рассчитывает отгоны и виражи в местах, где они необходимы. Вводом с клавиатуры задаем конструкцию дорожной одежды, и размеры проезжей части.

На заключительном этапе создается модель поверхности. Программа вычерчивает съезд с проезжей части, на которой отображены полосы движения, краевые, укрепленные и присыпные обочины, если таковые необходимы. Также отображает откосы земляного полотна.

При помощи программы можно рассчитать объемы работ различных технологических процессов, выполняемых при сооружении автомобильной дороги, а именно земляные, планировочные, укрепительные работы, устройства дорожной одежды и выравнивающего слоя.

Использование комплекса систем Credo Дороги позволяет значительно облегчить работу проектировщиков и ускорить процесс проектирования.

Проектирование правоповоротных соединительных ответвлений транспортной развязки «Клеверный лист» в системе КРЕДО ДОРОГИ

Гойч Е.И., Вишняков Н.В.

Белорусский национальный технический университет

В связи с ростом транспортных средств в Республике Беларусь возникает необходимость в развитии дорожной сети. Решением данной проблемы может стать строительство транспортных развязок. Процесс проектирования их достаточно трудоёмок. Поэтому в современных проектных организациях наиболее часто прибегают к автоматизированному проектированию. Существуют различные программные комплексы для проектирования. Одним из них является комплекс CREDO ДОРОГИ.

Рассмотрим проектирование транспортной развязки «Клеверный лист» в системе CREDO ДОРОГИ, а именно проектирование правоповоротных соединительных ответвлений (ППО).

Для проектирования ППС предлагается участок плана, на котором создана цифровая модель местности. По результатам изысканий на план нанесены две пересекающиеся дороги с ЛПО. Также необходимы расстояния между осями двух соединений, находящиеся в одной четверти, радиусы и длины переходных кривых, основные точки для выноски ППО: начала и конца съезда, точки расхождения кромок и бровок, их проектные высоты.

Проектирование ППО может осуществляться двумя методами: ручным и автоматизированным. При ручном способе вначале рисуют ось съезда при помощи двух кротоид и соединительной прямой между ними, затем создаётся трасса. При автоматизированном способе используется метод «с созданием элементов», программа предлагает варианты построения трассы.

При построение продольных и поперечных профилей автоматизацией, программа выбирает наиболее оптимальный вариант из множества предложенных, что невозможно выполнить быстро при ручном расчете. Существует возможность задавать допустимые минимальные (максимальные) значения радиусов выпуклых (вогнутых) кривых и уклонов. Задаётся конструкция дорожной одежды, размеры проезжей части, проектируются отгоны и виражи. На заключительном этапе создается модель поверхности.

Использование комплекса систем CREDO ДОРОГИ позволяет ускорить процесс проектирования, исключая появления возможных погрешностей при ручном проектировании.

Одним из достоинств программы является разработка большого количества возможных вариантов проектирования и выбор из них оптимального, что не может быть достигнуто при ручном способе.

Повышение безопасности пешеходных и транспортных потоков в условиях городской уличной сети

Павлович Т.И., Ремез Н.И.

Белорусский национальный технический университет

Говоря о вопросах безопасности дорожного движения, следует осознавать сложность ситуации, которая складывается сейчас на автомобильных дорогах республики. Особенно остро проблема безопасности пешеходных и транспортных потоков стоит в городах, где контакт пешехода и автомобиля неизбежен.

Вся сложность состоит в том, что передвижение данных потоков происходит в непосредственной близости друг от друга, а скорости движения их отличаются в разы. Следует принимать во внимание тяжесть последствий контакта пешехода и транспортного средства, что заставляет подходить к вопросам организации дорожного движения в городских условиях с особой тщательностью, оценивая объективно интенсивности движения как транспортных, так и пешеходных потоков, характер их распределения в пространстве, времени, особенности и состав.

Мероприятия по организации дорожного движения, как основной инструмент повышения безопасности пешеходных и транспортных потоков, а также увеличения пропускной способности городской уличной сети, можно условно разделить на несколько групп: разделение движения в пространстве, разделение движения во времени, формирование однородного транспортного потока, оптимизация скоростного режима движения, организация пешеходного движения, организация стоянок транспортных средств и внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением.

Наиболее радикальным и действенным из перечисленных направлений является разделение движения в пространстве. К данной группе применяемых мероприятий следует отнести: устройство многоуровневых пересечений (транспортных развязок) как в условиях нового строительства автомобильных дорог, так и в случаях реконструкции; устройство канализированных пересечений и примыканий, позволяющих разделить транспортные потоки и направить по наиболее рациональной траектории движения; устройство участков с односторонним движением; введение кольцевых пересечений; маршрутное ориентирование водителей транспортных средств.

Уделяя как можно больше внимания проблеме организации дорожного движения в таких непростых условиях как сейчас, не следует придерживаться принципа экономии средств.

Мелведик Е.В., Стрижевский В.А.

Белорусский национальный технический университет

Для поддержания необходимых эксплуатационных характеристик автомобильных дорог работниками ДРСУ следует незамедлительно устранять такие повреждения дорожных покрытий, как выбоины, колеи, трещины, прочие поверхностные дефекты.

Для устранения вышеперечисленных повреждений применяются следующие технологии: инъекторная, с использованием холодной технологии, ремонт литым асфальтобетоном.

Инъекторная технология зарекомендовала себя как очень экономичный и эффективный способ устранения выбоин и трещин. Поврежденные места приводятся в порядок очень быстро и с минимальными затратами. А движение по санированному участкам можно открывать сразу же после окончания ремонта.

При методе тонкослойной холодной укладки с помощью специальной компактной и маневренной машины непосредственно на месте ремонта готовится состав из битумной эмульсии, минеральной смеси, цемента, воды и специальных добавок. Все компоненты смешиваются в смесителе, и готовая смесь подается на поврежденные места. Отремонтированные участки открываются для дорожного движения, как правило, через 30 минут после окончания работ.

Гораздо дольше прослужит покрытие, если выбоины ликвидировать помощью литого асфальтобетона. Однако этот способ сопряжен с повышенным расходом битума, и поэтому его рекомендуется применять только, если предполагается, что срок службы всего дорожного покрытия после ремонта составит еще как минимум несколько лет. Кроме того, ремонтные работы с литым асфальтобетоном должны проводить квалифицированные рабочие.

Особенностями технологии ремонта дорожных покрытий из литого асфальтобетона являются:

- более высокие температуры смесей при их выпуске из смесителей, а также при укладке в дорожное покрытие;
- увеличенное время перемешивания смесей во время их приготовления;
- необходимость транспортирования смесей к месту укладки в специальных транспортных средствах, снабженных мешалками и оборудованием для подогрева;
- отсутствие необходимости в уплотнении устраняемого покрытия.

Анализ причин дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Республики Беларусь

Ивлева Т.И., Мытько Л.Р.

Белорусский национальный технический университет

По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно жертвами дорожно-транспортных происшествий (ДТП) во всем мире становятся 1,2 млн. человек, а около 50 млн. получают ранения или остаются инвалидами. Дорожно-транспортный травматизм обходится странам в 518 млрд. долл. в год, что составляет в среднем от одного до двух процентов их валового национального продукта. На автомобильных дорогах Республики Беларусь ежегодно погибают более 1500 человек.

Для снижения аварийности в республике разработана Концепция обеспечения безопасности дорожного движения. Основной задачей Концепции является снижение в 2015 году общих потерь в дорожном движении не менее чем на 25%, в том числе сокращение не менее чем на 500 человек числа погибших в дорожно-транспортных происшествиях.

В результате анализа ДТП установлено, что самыми распространенными видами происшествий являются наезд на пешехода и столкновение транспортных средств. Основными причинами дорожно-транспортных происшествий являлись: превышение скоростных режимов, нарушение правил проезда пешеходных переходов, нарушение правил маневрирования. Сопутствующим фактором в ряде случаев являлось неудовлетворительное состояние дорог. Каждое седьмое дорожно-транспортное происшествие было совершено водителями в нетрезвом виде. В таких авариях погибли и получили ранения более 1 тыс. человек, или свыше 12% от общего числа пострадавших в ДТП. Еще одной нерешенной проблемой является низкая культура участников дорожного движения. Неоправданная агрессия водителей и явное пренебрежение правилами дорожного движения со стороны пешеходов – частая причина дорожно-транспортных происшествий.

Анализ дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах позволил выделить ряд факторов, влияющих на общее количество аварий и на количество пострадавших. Были проанализированы как временные (день, час), так и систематические факторы (состояние дороги).

Большее число аварий происходит в апреле – мае, меньше – в зимние месяцы. Пик аварийности каждый день приходится на вечерние часы суток, когда резко увеличивается загруженность автомобильных дорог. Наибольшее количество ДТП происходит в конце рабочей недели, наименьшее – в выходные дни.

Анализ эффективности работы ГП «Доргорматериалы»

Бельский А.В., Стрижевский В.А.

Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь постоянно ведется работа по поддержанию и улучшению состояния автомобильных дорог и улиц, повышению безопасности движения.

Государственное предприятие «Гордорматериалы» является основным претендентом на выполнение работ по устройству защитного слоя в городе Минске с наработанной технологией, которая непосредственно подходит для ремонта улиц в городе. Также предприятие является единственным производителем в Минске битумных эмульсий используемых для грунтовочных работ и ямочного ремонта.

Предприятие «Гордорматериалы» выполняет работы по текущему содержанию объектов городского благоустройства и капитальному ремонту. У предприятия имеются установка для приготовления холодных асфальтобетонных смесей КМА-200, машины и механизмы для качественного проведения работ по грунтовым улицам, имеет полностью механизированный спецавтомобиль «Совалко», выполняющий ямочный ремонт.

При ресайклировании используется высокоэффективная техника, которой нет аналогов в Минске: Ресайклер CR2200, установка для приготовления цементно-водной суспензии WM1000.

Организация выполняет работы по дроблению железобетонного лома, для этого применяется дробильно-сортировочный комплекс Fintec, а также новейшие высокопроизводительные экскаваторы Hyundai. Стоимость 1 тонны цементогранулята, получаемого при дроблении лома, меньше, чем за 1 тонну щебня, что дает двойную выгоду. Во-первых, выпуск конкурентоспособного продукта, а во-вторых, избавление от лома. Государственное предприятие «Гордорматериалы» принимает железобетонный лом без какой-либо платы.

При планировании дорожных мероприятий в ГП «Гордорматериалы» принимается во внимание фактор сезонности, т.к. от этого зависит, какого рода дорожные работы могут и должны проводиться в определенный сезон:

– в осенне-зимний период ведутся работы по зимнему содержанию, очистке от снега и ликвидации гололеда;

– в весенне-летний период выполняются работы по ликвидации ямочности на покрытиях, уходу за элементами обустройства дороги, знаками, ограждениями, покосе трав на откосах, наведению порядка в полосе отвода и др.

Способы повышения безопасности движения на автомобильных дорогах

Мирук А.С., Мытько Л.Р.

Белорусский национальный технический университет

Решение проблемы обеспечения безопасности дорожного движения относится к наиболее приоритетным задачам развития страны. Для снижения аварийности необходимо широко внедрять современные методы и технологии обеспечения дорожной безопасности.

К таким методам можно отнести новые средства автоматической фиксации правонарушений; вертолетное патрулирование; схемы организации дорожного движения.

Необходимо совершенствование форм и методов международного сотрудничества по проблемам безопасности дорожного движения; внесение изменений в конструктивные особенности дорог; улучшение системы освещения, размещение дорожных знаков, указателей и разметки; внесение изменений в режим работы транспортных развязок и др.

Сегодня активно создаются технологии, соединяющие компьютерные чипы в транспортных средствах и на автомобильных дорогах.

Разработаны специальные радары и приборы радиопредупреждения, внедряются блокирующие устройства, не позволяющие запустить двигатель автомобиля лицам в состоянии алкогольного опьянения (алкозамки в Швеции).

Спутниковые технологии, разнообразные навигационные системы, системы определения местонахождения транспортного средства и радиообмена между водителями, адаптивные системы регулирования транспортных потоков (АСРТП). Для передачи водителям информации используются многопозиционные дорожные знаки, световые табло со сменной информацией, специальные радио- и видеоканалы.

Активно применяется принудительное регулирование скоростей и направления движения при помощи «лежачих полицейских», шумовых полос, разделителей полос движения.

Применяются дорожные знаки, покрытые световозвращательной пленкой, светофоры, оснащенные фотокамерами на перекрестках, «регуляторы скорости», противоаварийные амортизаторы, стеклянные светоотражающие элементы и тонкослойные цветные покрытия противоскольжения.

Транспортную безопасность значительно улучшает система естественного обогрева и охлаждения дорожного покрытия, которая позволяет освободить автомобильные дороги от наледи без использования соли и песчаных смесей.

Проектирование дорожной одежды с учетом особенностей свойств материалов конструктивных слоев

Веренько В.А., Талашко А.А.

Белорусский национальный технический университет

В условиях значительного увеличения грузоподъемности транспортных средств и интенсивности движения происходит ускоренное развитие процессов накопления остаточных деформаций и различных нарушений в конструктивных слоях дорожных одежд, что приводит к преждевременному разрушению покрытий автомобильных дорог и существенному сокращению их межремонтных сроков. Все это указывает на потребность усовершенствования методов расчета дорожных одежд. Эти изменения должны позволить объективно отражать специфику работы дорожно-строительных материалов в конструктивных слоях дорожной одежды в реальных условиях.

Одним из важных неучтенных факторов является то, что при расчетах дорожных одежд на прочность, свойства асфальтобетона при сжатии и при растяжении принимаются одинаковыми либо фигурируют в расчетах отдельно друг от друга. Реальная же ситуация такова, что асфальтобетон и другие материалы, включающие органические вяжущие сочетают в себе свойства дискретных материалов и свойства реологических, упруго-вязкопластических систем. Эта особенность приводит к серьезному различию в поведении данного материала при растяжении и сжатии, то есть к анизотропии свойств. Также следует отметить, что соотношение прочностных показателей асфальтобетона при растяжении и при сжатии непостоянно и зависит от температуры, времени действия нагрузки и скорости нагружения, что объясняется наличием реологических свойств.

Результаты проведенного исследования показали, что увеличение показателя анизотропии в верхнем слое уменьшает касательные напряжения в нем, однако практически не влияет на величину касательного напряжения в нижнем слое. Иная картина наблюдается при увеличении параметра α в нижнем слое: при этом касательные напряжения в верхнем слое также уменьшаются, однако в нижнем слое они увеличиваются и по своему абсолютному значению могут превысить значения для верхнего слоя покрытия.

Общая деформация системы уменьшается с увеличением коэффициента α в обоих слоях, однако, следует заметить, что уменьшение деформации более существенно зависит от показателя α в нижнем слое. Это свидетельствует о возрастании роли сопротивления материала растяжению с увеличением глубины его расположения.

Особенности проектирования дорожной одежды при капитальном ремонте дорог республиканского значения

Трушко В.В.

Белорусский национальный технический университет

При назначении вида ремонта реконструируемых и капитально ремонтируемых магистральных и республиканских дорог дополнительно к обследованию по П2 к СНБ 1.02.01 выполняют:

- определение показателя дефектности (ДП) существующей дорожной одежды в долях единицы;
- определение с использованием георадарных технологий толщин слоев, а также определение их расчетных характеристик;
- определение характеристик грунта и материала дренирующего слоя;
- определение фактического модуля упругости дорожной одежды ;
- оценку ровности дорожного покрытия по СТБ 1566 с приведением результатов измерений к индексу ровности IRI.

Значение допустимого индекса ровности $IRI_{доп}$ в зависимости от срока службы дорожной одежды и категории дороги определяют по формуле

$$IRI_{доп} = IRI_0 \cdot \exp(B \cdot t), \quad (1)$$

где IRI_0 – начальная ровность дорожного покрытия, мм/м;

B – коэффициент приведения;

t – срок службы покрытия после окончания строительства, реконструкции или капитального ремонта, годы.

На основании обследования дорожной одежды определяют коэффициент надежности существующей дорожной одежды K_n по формуле

$$K_n = 1 - ДП, \quad (2)$$

где ДП – показатель дефектности существующей дорожной одежды (в долях единицы с точностью 0,10).

Виды ремонтных работ назначаются в зависимости от состояния дорожной одежды, определяемого ровностью покрытия по индексу IRI, коэффициентом надежности существующей дорожной одежды K_n и фактическим модулем упругости конструкции Еф.

На практике чаще всего при ремонте дорожной одежды предусматриваются мероприятия по предотвращению копирования дефектов старого покрытия на новом. Для этого рекомендуется предусматривать разделку и герметизацию существующих трещин, заделку существующих выбоин, устройство трещинопрерывающих слоев из высокопористых асфальтобетонных слоев, черного щебня, при соответствующем технико-экономическом обосновании применяют армирование конструкции усиления геосетками.

Особенности проектирования дорожной одежды при капитальном ремонте городских улиц

Веренько В.А., Гаркуша К.С.

Белорусский национальный технический университет

В случае капитального ремонта и усиления дорожных одежд городских улиц производят следующие виды работ:

— диагностику и обследование состояния дорожной одежды и покрытия;

— на основании данных обследования принимают решение о сохранении, частичном или полном удалении материала старого покрытия. Если общая толщина новых слоев покрытия превышает 15 см (из условий обеспечения водоотвода и вертикальной планировки), то расчетная глубина фрезерования может быть уменьшена на 4—6 см;

— назначают конструктивные мероприятия по предотвращению «отраженных дефектов»;

— производят расчет дорожной одежды по существующим критериям прочности (упругому прогибу, устойчивости материалов монолитных слоев к воздействию транспортных нагрузок и погоднo-климатических факторов, условию сдвигоустойчивости и общему уровню надежности);

— проверяют деформационную устойчивость материала покрытия.

При обследовании состояния дорожной одежды и покрытия применяют визуальные и инструментальные методы с целью:

— установление уровней надежности материала покрытия;

— установление повреждаемости материала покрытия;

— оценки прочности существующей дорожной одежды;

— определения характеристик материала покрытия и конструктивных слоев (при необходимости).

При капитальном ремонте и реконструкции дорожных одежд основным параметром, определяющим проектные решения, является уровень надежности материалов покрытия с учетом уровня повреждаемости.

Материал старого слоя должен быть удален полностью, если уровень надежности составляет менее:

0,60 — для улиц и дорог категорий М, А, Д;

0,55 — то же Б, В;

0,45 — Г, Е;

0,40 — Ж, З, П.

При более высоких значениях уровня надежности (для всех категорий улиц и дорог) рассматривается вариант сохранения старого покрытия (частично или полностью).

Балльная оценка подрядных торгов

Душевская А.Г., Мазаник И.Г.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время для объективной оценки конкурсных предложений в дорожном строительстве применяется балльная оценка, которая позволяет оптимизировать выбор наилучшего конкурсного предложения. Оценке подлежат не менее двух конкурсных предложений, соответствующих требованиям конкурсной документации, представленной претендентами, которые соответствуют квалификационным требованиям.

Суть системы балльной оценки заключается в том, что значениям критериев, подлежащих оценке, по определенным правилам присваиваются баллы. Затем полученные баллы умножаются на коэффициенты удельного веса соответствующих критериев, полученные значения складывают, и таким образом рассчитывается некий суммарный балл, который отражает степень соответствия данного конкурсного предложения потребностям заказчика. При этом следует отметить, что законодательно не закреплена определенная система удельных весов критериев. Коэффициенты удельного веса критериев (в том числе и такого критерия, как цена предложения) устанавливаются заказчиком самостоятельно с учетом особенностей предмета торгов.

Конкретный перечень критериев, характеризующих конкурсные предложения, а также относительная значимость этих критериев и порядок выбора подрядчика, исполнителя или поставщика в обязательном порядке отражаются в конкурсной документации. Критерии, предусматриваемые в конкурсных документах, должны быть в максимальной степени объективными и поддающимися количественной оценке.

При оценке конкурсных предложений кроме параметров цены так или иначе принимаются во внимание и параметры качества при большем или меньшем их удельном весе, несмотря на отсутствие четких указаний по методике качественной оценки в официальных документах.

Такая практика торгов основывается на достаточно длительном опыте, который показывает, что только ценовой выбор не в состоянии обеспечить поставку товаров, выполнение работ или оказание услуг требуемого уровня качества и не способствует наиболее оптимальному освоению инвестиций, направляемых на реализацию проекта. Положительный момент состоит в том, что именно подрядные торги создают конкурентную среду между предприятиями дорожного хозяйства, что в свою очередь приводит к удешевлению стоимости с одновременным улучшением качества выполняемых работ.

Деркаченко Н.И., Ракита К.И.

Белорусский национальный технический университет

Под сдвигоустойчивостью понимают устойчивость отдельных слоев дорожной одежды и появлению остаточных пластических деформаций. Наиболее часто накопление пластических деформаций возможно в верхнем и нижнем слоях покрытия. Связано это с повышенным нагревом данных слоев в летний период и достаточно высоким уровнем напряжения в них от действия транспортной нагрузки.

Конструирование дорожных одежд городских улиц имеет ряд особенностей, к которым можно отнести наличие участков, где наблюдаются частые разгоны и торможения транспортных средств на проезжей части, а также участков остановок общественного транспорта с наибольшим совпадением траектории движения колес транспортных средств.

Материалы слоев дорожной одежды рассчитываются на сопротивление сдвигу при длительном действии горизонтальной (на участках разгона-торможения и остановках общественного транспорта) и вертикальной нагрузке (на участках перегонов). Величина горизонтальной нагрузки составляет 75% от вертикальной.

Покрытия должны обладать повышенной износостойкостью, сдвигоустойчивостью, шероховатостью. Для выполнения перечисленных требований следует применять особые материалы и конструкции дорожных покрытий.

При конструировании одежд городских улиц должны быть удовлетворены основные требования, предъявляемые к конструкциям одежд дорог общей сети.

В ряде случаев для обеспечения сдвигоустойчивости дорожных одежд городских улиц применение традиционных конструктивных материалов, в частности асфальтобетон по СТБ 1033-2004, оказывается неэффективным, поэтому в настоящее время разработаны новые типы асфальтобетонов – асфальтобетон повышенной деформационной устойчивости (АПДУ) по ТУВУ 100019869.577-2003.

Асфальтобетоны повышенной деформационной устойчивости имеют особый гранулометрический состав, готовятся на модифицированных битумах или с вводом модифицирующих добавок. Технические характеристики данных асфальтобетонов в 1,5-2 раза выше, чем традиционных. Они используются как в нижних, так и в верхних слоях покрытия. Это обеспечивает надежную работу на практике по критерию устойчивости пластическим деформациям.

Диагностика, содержание и ремонт автомобильных дорог

Богданович А.С.

Белорусский национальный технический университет

Одним из основных направлений развития диагностики автомобильных дорог и сооружений на них является совершенствование технологий неразрушающего контроля и определения характеристик дорожных покрытий. Немалую пользу для дорожного хозяйства нашей страны могут принести такие методы как импакт-эхо, называемый также методом акустической эмиссии, а также георадарная технология 3D.

В методе импакт-эхо упругие волны генерируются в результате удара стального шарика о поверхность испытываемого элемента. Перемещения частиц поверхности элемента, вызванные возвращением отраженных волн, регистрируются с помощью пьезоэлектрического датчика вибрации, расположенного в непосредственной близости от места возбуждения волн. Датчик регистрирует генерируемые и возвращенные волны. Результаты измерений представляются в форме распределения амплитуды во времени и спектра частот, получаемого после обработки с помощью быстрого преобразования Фурье.

Основными областями применения метода импакт-эхо являются: обнаружение дефектов бетонных плит, таких как расслоения, пустоты, трещины; измерение толщины бетонных плит; контроль качества сцепления между слоем свежесложенного бетона и слоем основания; определение глубины поверхностных трещин, в том числе заполненных водой. Одним из недостатков является высокая стоимость оборудования.

Определение конструкции покрытия и основания является важным элементом в процессе назначения слоев усиления дорожной одежды. Правильное определение толщины конструктивных слоев обеспечивает соответствующее качество оценки состояния покрытия и влияет на правильность расчетов конструкции усиления. Показателем, определяющим качество полученных результатов, имеющим наибольшее влияние на точность оценки конструкции покрытия, являются изменения конструкции дорожной одежды. Устройством, с помощью которого можно точно оценить состояние покрытия, является георадарная система. Важным преимуществом георадарной системы GPR 3D по сравнению с аналогичными устройствами является антенна шириной 2,4 м с 31 каналом и диапазоном частот 100 МГц - 2 ГГц. Такая антенна позволяет осуществлять сканирование дорожной одежды на глубину до 1 м и определять однородность всей конструкции по ширине.

* Работа выполнена под руководством проф. Леоновича И.И.

Направления развития системы управления состоянием дорожных покрытий в Республике Беларусь

Богданович С.В.

Государственное предприятие «БелдорНИИ»

Диагностика автомобильных дорог стала системно развиваться только в последние годы. Этому способствовали возросшие требования к качеству автомобильных дорог, новейшие научные разработки в области дорожного материаловедения, приборостроения и компьютерных технологий.

В перспективе диагностика состояния дорог должна развиваться как составная часть системы автоматического измерения параметров природно-технических комплексов, в которой будут использованы стационарные и передвижные средства измерений и надежные телекоммуникационные средства. Но для создания такой системы требуется немало времени и средств, усилий ученых и инженерно-технических работников.

Ближайшие задачи развития теории и практики диагностики и управления качеством автомобильных дорог можно сформулировать как исходя как из общих тенденций развития этого направления в мире, так и исходя из специфических особенностей, характерных для нашей страны.

В дорожном хозяйстве нашей страны система управления состоянием покрытий сегодня востребована не в полной мере. Можно обозначить некоторые перспективные направления разработок и исследований, призванных повысить заинтересованность организаций дорожного хозяйства в результатах диагностику и управление состоянием дорог. Такими направлениями являются:

– исследование и внедрение плавающей системы требований к состоянию покрытия. При такой системе требования к покрытию не являются постоянными, а зависят от уровня финансирования;

– внедрение системы управления безопасностью – средствами ограничения режимов движения, аварийными ремонтами объектов инфраструктуры (дорог и мостов);

– исследования в области прогнозов развития показателей покрытия в запредельных состояниях, то есть на участках с истекшими сроками службы. Это необходимо для определения приоритетов при планировании аварийных ремонтов;

– углубление исследований влияния транспортных нагрузок и климата на изношенные дорожные конструкции.

Бурова О.В.

Государственное предприятие «БелдорНИИ»

В Республике Беларусь основным химическим реагентом для борьбы с гололедницей служат галитовые отходы Солигорского калийного комбината, в составе которых преобладает хлорид натрия (около 91%).

Специалисты Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси предлагают поменять состав противогололедной смеси на менее опасный для растительности хлорид кальция модифицированный (ХКМ), как это сделали в Москве.

Однако, после обработки дорожной наледи жидким хлористым кальцием модифицированным, коэффициент сцепления шин с дорогой снижается на 30% даже по сравнению с мокрым асфальтом.

Коэффициент опасности реагента — это отношение числа ДТП на этом реагенте к числу ДТП на эталонном реагенте (хлористый натрий). Просчитав коэффициент опасности по ХКМ, специалисты МАДИ получили цифру 1,5, т. е. ХКМ должен был вызывать в полтора раза аварий, чем хлорид натрия. Однако по данным Госавтоинспекции, реальное число аварий на МКАД, в сезон, когда осуществили переход с хлористого натрия на ХКМ, увеличилось в 1,6 раза, т.е. коэффициент опасности ХКМ составил 1.6.

Кроме того, ХКМ не производится в Республике Беларусь и его стоимость во сто раз превышает стоимость галитовых отходов. Таким образом, использование ХКМ нецелесообразно как по причине снижения безопасности дорожного движения, так и с экономической точки зрения.

Самый главный показатель экологической безопасности того или иного вещества определяется его концентрацией. Поэтому было бы рационально введение нормативов на распределение противогололедных веществ хотя бы в некоторых случаях (особо охраняемые природные территории, водоохранные зоны).

Для уменьшения количества распределяемых противогололедных веществ необходимо применять более совершенные конструкции распределителей, вести строгий учет количества распределенных противогололедных материалов и постоянно контролировать степень загрязнения придорожной полосы

Устройство техногенно устойчивых древесно-кустарниковых полос вдоль автомобильных дорог, согласно ДМД 02191.3.019-2009 следует рассматривать как существенное дополнение к технологическому способу обеспечения экологической безопасности автомобильных дорог.

Вайткус А., Туминене Ф.

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса (Литва)

Сцепление асфальтобетонных слоев в дорожных одеждах является важным фактором, их прочности. Из-за недостаточного сцепления в конструкции покрытия образуются волны, вмятины и вертикальные трещины.

Лабораторные исследования по определению прочности сцепления между собой слоев асфальтобетона проводились в четыре этапа:

1. Определялась прочность сцепления между собой слоев асфальта, когда прослойку асфальта составляют геосинтетические материалы или специальный абсорбирующий напряжения асфальт.

2. Определялась прочность сцепления верхнего слоя асфальта обычной толщины (4,0 – 5,0 см) с нижележащим слоем.

3. Определялась прочность сцепления верхнего тонкого слоя асфальта (2,0 – 3,0 см) с нижележащим слоем.

4. Определялась прочность сцепления верхнего и нижнего слоев асфальта образцов, сформированных в лаборатории, в зависимости от вида битумной эмульсии, разбрызганной в прослойке, количества битумной эмульсии и степени уплотнения верхнего слоя.

После проведения анализа и оценки результатов лабораторных испытаний первого этапа было установлено, что максимальная сила сцепления слоев в образцах без геосинтетического материала во всех исследованных случаях больше по сравнению с образцами, у которых между слоями имелся геосинтетический материал. Установлено, что максимальная сила сцепления слоев у образцов без геосетки такова:

- на 85 % больше, чем максимальная сила сцепления слоев у образцов с геосеткой Pavegrid G100/100, когда геосетка находится между нижним слоем и слоем старого асфальтового покрытия, и на 38 % больше, когда геосетка находится между верхним слоем и слоем старого асфальтового покрытия;

- на 30 % больше, чем максимальная сила сцепления слоев у образцов с геосеткой NaTelit C 40/17 (между нижним слоем и старым слоем асфальта);

- в 2,7 раза больше максимальной силы сцепления слоев у образцов с геосеткой Armatex RSM 50/70 (между нижним слоем и слоями старого асфальтового покрытия).

Результаты, полученные по другим этапам испытаний будут представлены для опубликования отдельно.

Объектные испытания дорожных конструкций

Вайткус А., Лауринавичюс А.

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса (Литва)

В близости г. Вильнюса в 2007 году построен опытный участок автомобильной дороги III категории длиной 710 км с использованием для дорожного покрытия различных материалов. Установлены систематические наблюдения за состоянием конструкции.

Эксплуатация опытного участка, периодические испытания прочности и анализ полученных результатов способствовали тому, что в одной из конструкций дорожных покрытий был встроен датчик температуры и влажности. В 2009 г. на опытном участке экспериментальных конструкций дорожных покрытий были установлены 7 датчиков температуры („12-Bit Temperature Smart Sensor“): датчик температуры T1 был установлен на поверхности верхнего слоя асфальта; T2 – в верхнем слое асфальта (на расстоянии 2 см от поверхности покрытия); T3 – на стыке верхнего и нижнего слоев асфальта (на расстоянии 4 см от поверхности покрытия); T4 – на стыке нижнего слоя и основания асфальта (на расстоянии 8 см от поверхности покрытия); T5 – в слое основания асфальта (10 см от поверхности покрытия); T6 – на стыке основания асфальта и основания из доломитового щебня (на расстоянии 18 см от поверхности покрытия) и датчик температуры T7 был установлен на земельном полотне (на расстоянии 125 см от поверхности покрытия).

На основании данных наблюдений получен коэффициент редукции температуры асфальтобетонного покрытия до стандартной величины (+20°C). Он имеет вид

$$k_T = 10^{-0.000221 \cdot h_{\text{асф}}^{1.0229} \cdot (T-20)}$$

где $h_{\text{асф}}$ – толщина слоя асфальтобетонной смеси, см ;

T – средняя температура слоя покрытия, измеренная во время опыта на глубине в 10 см покрытия, °C

Этот коэффициент можно использовать в том случае когда толщина асфальтобетонного покрытия ≥ 18 см и температура слоя покрытия в пределах от +5 до +25°C. Следует также учитывать, что прочность дорожной конструкции зависит от времени воздействия, климатических и других факторов, а поэтому эксперименты следует продолжать и накапливать данные для установления более полной редуccionной зависимости.

Выбор центра кривой скольжения при расчете устойчивости откосов высоких насыпей и глубоких выемок

Вырко Н. П.

Белорусский государственный технологический университет

При проектировании земляного полотна автомобильных дорог в высоких насыпях или глубоких выемках возникает необходимость проверки устойчивости его откосов.

Обрушение откосов происходит, когда сдвигающие силы (касательные напряжения) преобладают над силами сопротивления.

Касательные напряжения в откосах земляного полотна возникают под действием собственного веса грунта земляного полотна, воздействия транспортных средств, действия воды, фильтрующейся через грунт откоса.

Сопротивление сдвигу обуславливается силами внутреннего трения и сцепления [1].

Обрушение откоса происходит по некоторой криволинейной поверхности скольжения. В настоящее время природа оползневых явлений изучена недостаточно глубоко, особенно для глинистых грунтов. Поэтому в практике проектирования откосов широкое распространение получили различные полумпирические методы, учитывающие как тип грунта, так и сложение откоса.

Если откос насыпи или выемки сложен из однородных грунтов, то расчет его устойчивости производится по одному из следующих методов: круглоцилиндрических поверхностей скольжения [1, 2], номограмм [1], Маслова и другим, а если откос состоит из разнородных грунтов, то устойчивость рассчитывается по методу горизонтальных сил Маслова-Берера. Наибольшее распространение получил метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения, в котором устойчивость откоса оценивается коэффициентом устойчивости. Коэффициент устойчивости есть отношение суммы моментов удерживающих сил к сумме моментов сдвигающих сил.

Однако для нахождения опасной кривой скольжения необходимо знать центр ее вращения. Для его нахождения разработаны несколько графических методов: метод Феллениуса, метод Н. Ямбу, метод номограмм. Наиболее простыми являются метод номограмм и Н. Ямбу.

Литература

1. Леонович, И. И. Механика земляного полотна. / И. И. Леонович, Н. П. Вырко. – Минск: Наука и техника, 1975. – 230 с.
2. Пособие П2-01 к СНиП 2.05.02-85. – Минск: РУП «БелдорНИИ», 2001. – 147 с.

**Влажность грунта земляного полотна и ее влияние
на работоспособность автомобильных дорог**

Вырко Н. П.

Белорусский государственный технологический университет

Влажность грунта является одной из характеристик его состояния, которая определяет прочность и устойчивость земляного полотна дороги.

Исследование двух образцов грунта с различной влажностью позволили установить, что весовая влажность второго образца на 4% больше значения первого. Но это не говорит о том, что второй образец более водонасыщен, чем первый.

Расчеты показывают, что объемная влажность первого образца была равна 30,4%, пористость – 36,7%, т. е. на 82% поры грунта заполнены водой, поэтому и степень влажности (относительная влажность) первого образца составила 0,82. Объемная влажность второго образца была 28,8%, т. е. поры заполнены всего лишь на 56,5%, пористость 51% и степень влажности – 0,57. Это говорит о том, что первый образец почти полностью заполнен водой, а второй немного более половины, хотя значение естественной влажности второго образца на 4% больше первого. Поэтому при уплотнении грунтов необходимо знать не только естественную влажность, но и относительную.

Как показывают исследования, для получения [1] наиболее плотной структуры грунта, необходимо чтобы влажность была такой, при которой его пористость составляла в пределах 4–6%.

Если ее значение будет меньше или больше, то структура будет неустойчивой. Отсюда следует, что максимальную плотность грунта можно получить при какой-то определенной влажности, которую называют оптимальной.

При оптимальной влажности грунта на его уплотнение до максимальной плотности затрачивается минимум работ [2]. При избыточной влажности, превосходящей оптимальную, модуль упругости грунта, в том числе и земляного полотна, начинает резко падать [1].

Литература

1. Вырко, Н. П. Дорожное грунтоведение с основами механики грунтов. Н. П. Вырко, И. И. Леонович. – Минск: Высшая школа, 1977. – 223 с.
2. Устройство земляного полотна автомобильных дорог: П2-02 к СНиП 3.06.03-85.

Развитие автомобильного транспорта в Республике Беларусь*

Волчек Т.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Уровень развития автотранспортной системы государства — один из важнейших признаков ее технологического прогресса и цивилизованности и является одной из экономических подсистем народного хозяйства страны. Транспорт (от лат. *trans* — через и *portare* — нести) — совокупность средств, предназначенных для перемещения людей, грузов из одного места в другое.

Основные сферы применения автомобильного транспорта:

- развоз и подвоз грузов к магистральным видам транспорта,
- перевозки промышленных и с/х грузов на короткие расстояния,
- внутригородские перевозки.

Из истории. Авто на белорусских землях появились 1890-е годы. По две иномарки имели князя Радзивиллы в Несвиже и Пашкевичи в Гомеле. 20 августа 1906 года произошла первая в Минске автокатастрофа. В 1911 году первый грузовой автомобиль появился на Минской обойной фабрике. Строительством и ремонтом белорусских дорог занимался Виленский округ путей сообщения

Автомобильный транспорт начал развиваться с 20 в. по мере роста производства автомобилей и строительства автодорог. Увеличение доли автомобильного транспорта резко снизило популярность железнодорожных перевозок.

Структура Минсктранса. Количество автобусных и грузовых парков в структуре Минсктранса — 155, среднесписочное количество: грузовых автомобилей — 4613 ед., автобусов — 5982 ед. Выгодное геополитическое расположение Республики ведет к популярности транзитных перевозок. Тяжелый грузовой транспорт наносит много вреда дорогам и дорожники, вынуждены вводить в весенний период временные ограничения по весовым параметрам для движения тяжеловесных транспортных средств по ряду дорог. Многие сетуют на малые допустимые нагрузки у нас, указывая при этом на европейские дороги, где нагрузка на одиночную ось составляет 11,5 и 13 тонн. Но при этом не учитывается такой аспект, как конструктивные особенности европейских дорог: в большинстве стран Евросоюза толщина дорожных одежд в 2 раза больше, чем у белорусских, а несущая способность — почти в 3 раза. Но даже при этом пропуск сверхтяжелых грузовиков обеспечивается только по международным транспортным коридорам по строго установленным правилам.

* Работа выполнена под руководством проф. Леоновича И.И.

Гинько И. О.

Белорусский национальный технический университет

Теория движения автомобиля — наука, в которой изучаются важнейшие свойства колесных машин и определяются их основные количественные показатели с целью использования в качестве исходных данных при проектировании.

Сама теория в качестве исходных данных использует ту или иную расчетную модель — совокупность расчетной схемы машины и ее математического описания.

Доминирующая сегодня классическая версия теории автомобиля представляет автомобиль как материальную точку и не учитывает ее внутренние динамические связи. Таким образом, классическая версия теории движения автомобиля описывает лишь статику процесса, в связи с чем ее можно назвать статической. Если же автомобиль рассматривать с позиций объективной реальности, то это уже динамическая версия теории его движения. Основными свойствами изучаемой динамической теории автомобиля являются его тяговая динамика, плавность хода, энергетика (топливная экономичность), тормозная динамика, управляемость, устойчивость и проходимость.

Транспортный поток всегда характеризуется исключительно средними (т.е. макроскопическими) параметрами: средняя скорость, плотность (число автомобилей на единицу длины), интенсивность (число автомобилей, проходящих через любую данную точку дороги в единицу времени). Два параметра (интенсивность и скорость или плотность и скорость) изображаются в виде графика и называются *фундаментальной диаграммой*.

Существует несколько классификаций состояний транспортного потока.

Министерство транспорта США использует следующую классификацию по степени заполненности полосы движения транспортными единицами по отношению суммарной занимаемой автомобилями площади полосы к общей ее площади на произвольном участке дороги:

- 35 % и более – так называемое старт-стоп движение («stop-and-go»);
- 22 % - 35 % – затрудненное движение;
- 15 % - 22 % – умеренное движение;
- 0 – 15 % – свободное движение.

* Работа выполнена под руководством проф. Леоновича И.И.

Транспортный шум и его ограничение*

Зубарь М. В.

Белорусский национальный технический университет

«Звуки большого города оглушают!» — заявляют врачи. Шумовой фон в мегаполисах вырос на 30% по сравнению с 80-ми годами прошлого века. Это связано с увеличением автотранспорта, и в первую очередь страдают люди, чьи дома находятся возле автодорог.

Исследования, проведенные рядом ученых в области шумового воздействия на человека транспортного потока, показали, что доля автомобильного транспорта в акустическом воздействии на население городов и населенных пунктов составляет 85-95%. Это вызвало необходимость поиска материалов и конструкций, обеспечивающих шумовую защиту. Естественная шумовая среда, в которой человеку комфортно, составляет 30-40 децибел (дБА). Это шум листьев, щебетание птиц, музыка ветра. Согласно действующему в Республике Беларусь стандарту ежегодный усредненный уровень ночного шума не должен превышать 40 дБА. Шум потока автотранспорта на автомагистралях составляет порядка 80 дБА. Это сказывается на работе слуха, зрения, умственных способностях, является причиной повышения артериального давления и нарушений деятельности сердца. Для сравнения, смертельный уровень шума для человека является 150 дБА.

Один из способов избавиться от навязчивых звуков является установка шумоизолирующих экранов. Они ставятся вдоль дорог и ограждают жилые дома от гула трасс. Экраны делятся на два вида: шумоотражающие и шумопоглощающие, когда шумовые волны задерживаются с помощью наполнителя. Любой, правильно по расчетам изготовленный и установленный экран, снижает звуковое давление в диапазоне от 15 до 30 дБА. Но также все экраны защищают жителей от вредных примесей, которые выбрасывает автомобили.

Стоимость таких экранов достаточно велика, без учета фундамента и установки. Жители многоэтажек, страдающие от шума, вряд ли могут себе их осилить, а в центрах города шумозащитные экраны не впишутся в исторический архитектурный облик.

Из-за этого некоторые предлагают применить особое покрытие, снижающее шум. Но сама эта идея абсурдна, т.к. чем лучше качество асфальтобетона, тем сильнее сцепление шин с дорожным покрытием, а значит еще больше шума. Пока известно только одно покрытие, которое может значительно уменьшить уровень шума — это лед!

* Работа выполнена под руководством проф. Лежовича И.И.

Зиневич С.И., Гурбо Н.М., Соболевская С.Н.

Белорусский национальный технический университет

Вопросы долговечности железобетонных сооружений актуальны. В этой связи, большинство работ ученых направлены на продление срока службы железобетонных мостов за счет оптимизации состава бетона и технологии его изготовления. Однако, большое влияние на срок службы мостов оказывают работы по содержанию и текущему ремонту, проводимые в период эксплуатации сооружений.

В процессе эксплуатации железобетонных мостов акцент должен быть сделан не на ремонт разрушающихся под действием коррозии конструкций, а на ее недопущение.

Это может быть сделано в рамках профилактических работ при своевременном и качественном содержании искусственных сооружений, таких как своевременное удаление снега, грязи, пыли, агрессивных веществ в виде соли с проезжей части и горизонтальных частей пролетных строений, опор. При переходе от зимнего содержания к летнему производить тщательную (под избыточным давлением) промывку водой мостового полотна и других подвергающихся загрязнению конструкций сооружения. После чего производить обработку защитного слоя железобетонных конструкций растворами, содержащими гидроокись кальция. Работы по ликвидации коррозионных повреждений и обеспечению защиты бетона и арматуры от коррозии необходимо проводить только после обнаружения и устранения нарушений гидроизоляции мостового полотна. Важным этапом (элементом) устранения дефектов и коррозионных повреждений и дальнейшей антикоррозионной защиты является подготовка поверхности конструкций. На этой стадии необходимо обеспечивать полное удаление загрязнений поверхности, ослабленного и поврежденного коррозией бетона, осуществлять очистку от продуктов коррозии поверхности металла (по всей окружности арматурного стержня). Перед выполнением ремонтных работ необходимо провести увлажнение и насыщение защитного слоя бетона раствором гидроокиси кальция.

Поврежденные участки бетона и арматуры рекомендуется устранять полимерцементными ремонтными составами после оценки их технико-экономических показателей с учетом степени агрессивности внешней среды. Завершающим (финальным) этапом при восстановлении и защите бетона и арматуры является покраска железобетонных конструкций современными защитными составами.

Корреляционная зависимость прочностных свойств асфальтобетона в условиях объемного и плоского напряженных состояний

Кравченко С.Е.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривая теорию напряженного состояния применительно к асфальтобетону при оценке его прочности, в первую очередь, следует учитывать условия его эксплуатации, которые определяют вид напряженного состояния в структуре асфальтобетона, характеризующийся соотношением величин, знаков и направлений нормальных и касательных напряжений в каждом его единичном объеме.

Однако следует иметь в виду, что при оценке прочности асфальтобетона нет необходимости определять величину, знак и направления напряжений во всех точках его объема, а достаточно знать их экстремальные значения, определяемые как главные напряжения $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$. При этом, напряженное состояние при котором два любых главных напряжения равны нулю, а третье отлично от нуля определяет линейное напряженное состояние, в случаях равенства нулю только одного главного напряжения и если три главных напряжения не равны нулю соответственно имеет место плоское и объемное напряженные состояния.

Оценка прочностных и реологических показателей свойств асфальтобетона осуществляется по нормированным методикам, в соответствии с которыми в испытуемых образцах (цилиндрические и кубовидные образцы, прямоугольные балочки) развивается линейное и плоское напряженные состояния. В тоже время в реальных условиях эксплуатации покрытия в асфальтобетоне создается объемное напряженное состояние. Это обстоятельство не позволяет на стадии подбора асфальтобетона прогнозировать его поведение в реальных условиях эксплуатации.

Принимая во внимание факт отсутствия в Беларуси оборудования, позволяющего испытывать материал в условиях объемного напряженного состояния, одним из мероприятий для повышения качества асфальтобетона на стадии подбора следует определить установление корреляционной зависимости между напряжениями, возникающими при указанном и плоским напряженном состояниях.

Проведенные исследования позволяют с некоторым приближением решение различных задач при объемном напряженном состоянии заменить решением при плоском напряженном состоянии с учетом коррелирующего коэффициента, равного 1,5.

Требования к устройству искусственных горок на дорогах и улицах Литвы

Лаура Чигаите, Инета Лингите

Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса (Литва)

Применяются следующие основные типы искусственных горок для вынужденного снижения скорости:

- овалы;
- синусоидальные;
- трапециевидные.

Горки овальной формы имеют высоту 5 см, их длина при скорости 20 км/ч равна - 0,5, а при скорости 30 км/ч – 0,9 метров.

Горки трапециевидальной формы характеризуются тремя параметрами - длиной 3-5м в населенных пунктах и 5-9 м на загородных дорогах; толщиной – в населенных пунктах 10 см, а на загородных дорогах 8-12 см. Уклоны – на переходных участках в зависимости от скорости движения могут варьировать от 1:6 до 1:30, на загородных дорогах 1:40.

Горки синусоидальной формы обычно имеют длину от 2 до 8 м и высоту от 8-12 м.

Горки для снижения скорости должны оборудоваться по всей ширине проезжей части, в исключительных случаях могут оборудоваться по ширине одной полосы движения, однако исключив возможность объезда горки транспортными средствами.

В случае, когда улицу пересекает пешеходный переход, велосипедная дорожка или намечается оборудовать пешеходный переход, искусственную горку рекомендуется совместить с переходом, т.е. оборудовать приподнятый пешеходный переход. Высота горки (пешеходного перехода) должна соответствовать высоте пересекающего улицу пешеходного перехода и велосипедной дорожки, а в случае их несовпадения должен быть оборудован наклонный бортик для того, чтобы инвалиды и велосипедисты легко могли пересечь проезжую часть улицы. На загородных дорогах искусственные горки для снижения скорости могут оборудоваться лишь на дорогах низкой категории, на которых допустимая скорость ограничивается 70 км/ч.

Когда на проезжей части дороги устраивают бортики, вода с поверхности дороги около горки может удаляться несколькими способами: оборудованием колодцев для сбора воды на покрытии дороги или на краю тротуара; оборудованием промежутка между горкой и бортиком (если это не пешеходный переход); оборудованием канала для стока воды на горке.

Меры по предотвращению повышенной скорости движения на дорогах Литвы

Лаура Чигаите, Инета Лингите

Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса (Литва)

Скорость движения автомобилей является одним из главных показателей эффективного использования автомобилей. Однако повышенные скорости движения часто сопровождаются возникновением дорожно-транспортных происшествий. Регулирование скоростей движения и снижение их в местах повышения опасности является задачей дорожных, транспортных и контролирующих организаций.

В мировой практике, и в частности в Литовской Республике применяется ряд мер по предотвращению повышенных скоростей движения, к числу их относятся:

- установка дорожных знаков с указанием предельно-допустимой скорости движения;
- устройство искусственных горок, в местах интенсивного движения и пешеходов;
- устройство приподнятых перекрестков между зонами с разными скоростями движения;
- устройство островков безопасности ;
- установка муляжей регулировщиков и др.

Геометрические параметры и место дислокации указанных инженерных решений в каждом конкретном случае требует соответствующего обновления и практической реализации Так островки безопасности могут быть размеченными, приподнятыми или размещенными с вертикальными элементами (гибкими столбиками, дорожными знаками и др.).

Кроме отмеченных мер не следует исключать и способы регулирования движения путем разделения транспортных потоков, строительства автомобильных дорог в обход населенных пунктов, путем устройства подземных и наземных переходов для пешеходов и др.

Принятые за последнее время меры по регулированию скоростей движения на автомобильных дорогах положительно сказались на аварийности и безопасности дорожного движения.

При принятии различных инженерных решений по снижению скорости и сочетании их с дорожными сооружениями следует принимать во внимание потребности слепых и оборудовать их так, чтобы спроектированные элементы не были препятствием для инвалидов, не ограничивали их возможности передвижения и деятельности.

Уменьшение колеиности асфальтобетонных дорог с использованием геосинтетических материалов

Лауринавичюс А., Огинскас Р., Бертулене Л.

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса (Литва)

Характерным дефектом автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием является колеиность. Решением этой проблемы ученые занимаются уже давно. Первые шаги в этом направлении были сделаны в начале 50-ых годов прошлого столетия. Научные исследования были сконцентрированы на улучшении характеристик асфальтобетона путем изменения показателей состава асфальтобетонных смесей. В последнее время используются нетрадиционные средства. Образовавшиеся колеи не только увеличивают расходы на содержание дорожной сети, но и зачастую становится причиной дорожно – транспортных происшествий с тяжелыми последствиями.

Максимально допустимая глубина на дорогах Литвы не должна превышать 20 мм. Проведенные исследования показали, что на 2 % государственных автомобильных дорог страны глубина колеи превышает допустимую величину. Для борьбы с колеобразованием существуют различные методы. Одним из них является метод армирования асфальтобетонного покрытия геосинтетическими материалами. Для возможности и целесообразности применения этого метода нами были проведены экспериментальные исследования на опытном участке улицы г. Вильнюса. Глубина колеи измерялась четырежды армирования асфальтобетонного слоя производилось с использованием 7-ми различных геосинтетиков.

Исследования на опытном участке улицы г. Вильнюса показали, что модуль эластичности асфальтобетона – характеристика, влияющая на развитие колеи в холодное время года, а вязкость – характеристика, определяющая формирование колеи в тот период года, когда температура покрытия довольно высокая. Установлено, что геосинтетические материалы влияют на эти параметры, особенно на вязкость асфальтобетона.

Экспериментальные исследования показали, также что геосинтетические материалы влияют на формирование и развитие колеи в асфальтобетонных слоях покрытий, особенно в теплый сезон года. Для уменьшения глубины колеи рекомендуется использовать георешетки и отказываться от геотекстилей.

На основании полученных уравнений можно вычислить глубину колеи в слоях асфальтобетона автомобильных дорог.

Влияние нагрузки транспорта на покрытия улиц Вильнюса

Лауринавичюс А., Жилюте Л.

Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса (Литва)

Автомобильный транспорт является одним из решающих факторов экономического и социального развития как г. Вильнюса, так и всей Литвы. Вильнюс является столицей Литвы, а так же бизнес, промышленным и туристическим центром. Поэтому интенсивность дорожного движения и износ улиц в этом городе является самым большим.

Методы проектирования конструкции современного дорожного покрытия, применяемые для этого компьютерные программы, основаны на теории упругости. Эта теория широко применяется в моделях вычисления реакции конструкции дорожного покрытия, когда нагрузка, передаваемая от колеса автомобиля, вызывает напряжения и деформации в конструкции дорожного покрытия.

По данным исследований, проведенных в 2007 году (Лауринавичюс и другие. 2009), в трёх категориях дорог (автомагистрали, краевые и региональные дороги), самая высокая доля интенсивности транспорта приходится на грузовые транспортные средства имеющие пять или более осей. Именно эти транспортные средства и имеют наибольшее влияние на дорожное покрытие. Для сравнения можно предоставить очевидное различие ущерба дорожного покрытия, наносимого пятиосными транспортными средствами и легковыми автомобилями. Один пятиосный автомобиль (общий вес которого ~ 25 т наносит столько же повреждений дорожному покрытию как 15500 легковых автомобилей или один пятиосный автомобиль (общим весом в 40 тонн) вызывает такие же повреждения дорожному покрытию как 60000 легковых автомобилей.

Государственное предприятие «Институт исследований транспорта и дорог» в 2005—2007 годах провёл исследования неровностей дорожного покрытия и интенсивности движения транспортных средств на 20-ти улицах г. Вильнюса категорий А, В, С, Д.

Исследования показывают, что не на всех улицах, где суммарная интенсивность движения большегрузных транспортных средств наибольшей неровности поверхности. Покрытия имеют максимальное значение поэтому утверждать, что воздействуют на покрытие только одни тяжелые транспортные средства, нельзя. Исходя из того, что измерения интенсивности движения на улицах г. Вильнюса производят каждый год – подробный и более точный анализ исследований можно произвести в будущем.

Скоростной режим и безопасность движения на дорогах Литвы

Лаура Чигаите, Инета Лингите

Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса (Литва)

В 2010 г. В Литве было зарегистрировано 3625 дорожно-транспортных происшествий, погибли 300 и ранено 4328 человек. Основными нарушениями правил дорожного движения, вызывающими дорожно-транспортные происшествия на дорогах Литвы, являются несоблюдение требований дорожных знаков, правил маневрирования и самое главное - превышение допустимой скорости движения. Установлено, что допустимую скорость не более чем на 10 км/ч превышает около 60% водителей, а на более чем на 10 км/ч около 19% водителей.

Большая скорость движения увеличивает вероятность ДТП и тяжесть его последствий. Опасность усугубляется тем, что водители неправильно оценивают ситуацию на дороге и вовремя не снижают скорость до допустимой границы. Чем выше скорость, тем меньше времени остается у водителя для того, чтобы наблюдать за ситуацией, прогнозировать действия и поступать так, чтобы избежать опасности.

Из всех зафиксированных случаев нарушения скорости движения для 55-65% случаев начато судопроизводство по поводу административного нарушения правил. Однако зачастую на дорогах Литвы нарушители допустимой скорости движения оказываются без наказания. Это происходит в случаях, если:

- совершивший нарушение водитель транспортного средства с транзитными государственными номерами;
- за рулем автомобиля водитель, живущий не в Литовской Республике;
- качество зафиксированных фотоснимков неудовлетворительно из-за плохих метеорологических условий (снег, дождь, туман и т.п.);
- зафиксированные устройством данные не позволяют установить личность владельца и водителя транспортного средства из-за хулиганских действий нарушителей правил движения (закрыт номер государственной регистрации, закрыто лицо и т.п.);
- зафиксирована скорость двух и более параллельно проезжавших автомобилей; владелец транспортного средства отказывается назвать личность совершившего нарушение водителя и платит установленный штраф в размере 300-500Lt;
- транспортное средство является мотоциклом, и устройство фиксирует лишь приближающиеся транспортные средства.

Следовательно, возникает проблема усовершенствования системы контроля скоростей и видеофиксации движения.

Контроль скоростного режима на государственных дорогах Литвы

Лаура Чигайте, Инета Лингите

Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса (Литва)

Для обеспечения безопасности на дорогах Литвы необходимо усилить контроль за скоростным режимом движения. Департамент полиции при Министерстве внутренних дел Литвы совместно с Дирекцией автомобильных дорог Литвы при Министерстве сообщения 16 декабря 2004 года подписали доверенность № 1170/JL5-362 «О внедрении системы стационарных устройств для измерения скорости транспортных средств и ее применении для контроля движения на государственных автомобильных дорогах». Претворяя в жизнь положения доверенности, в 2005 году в наиболее аварийно-опасных местах («черных пятнах») магистральных дорог А1 Вильнюс-Каунас-Клайпеда (95,08км) и А14 Вильнюс-Утяна (14,12км) была установлена стационарная система измерения скорости транспортных средств «Sensys SSS». Служба безопасности дорожного движения Литвы, внедряя инвестиционный проект «Претворение в жизнь мер государственной программы на 2005-2010 г.г по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах Литвы», с начала 2010 г. стала применять мобильный измеритель скорости транспортных средств «Sensys MSSS» и стационарную систему для измерения скорости транспортных средств «PoliScan Speed». 12 декабря 2009 г. Общество инженерных решений «Fima» закончило самый большой в Литве проект по внедрению измерителей скоростей в Литве. Нарушителей на дорогах государственного значения Литвы фиксируют установленные 139 стационарных измерителей скорости «MultaRadar580» и 11 мобильных измерителей скорости «MultaRadar C».

Исследования показали, что около 10-15 устройств по измерению скорости в течение месяца не фиксируют ни одного нарушителя правил движения. Поэтому около 10% всех мест, где установлены устройства по измерению скорости движения, следует постоянно проверять и устройства заменять. Внедрение системы контроля скорости движения транспортных средств в значительной степени способствует улучшению ситуации с безопасностью дорожного движения на автомобильных дорогах Литвы. Целью оборудования стационарных устройств по измерению скорости движения является не сбор штрафов, а превентивные меры по предупреждению водителя о том, что впереди имеется опасный участок, поэтому перед устройством по измерению скорости устанавливается предупредительный знак, а места с установленными измерителями скорости публично объявляются.

Вопросы оптимизации дорожно-климатического районирования территории Республики Беларусь

Леонович И.И.

Белорусский национальный технический университет

Наличие метеорологических станций равномерно распределенных по территории Республики Беларусь позволяет иметь данные многолетних наблюдений за температурой атмосферного воздуха, количеством выпадающих осадков, глубиной промерзания грунтов, уровнем солнечной радиации и другим погодно – климатическим характеристикам. Эти данные содержатся в справочниках и представлены в виде карт метеорологических характеристик Республики Беларусь. Сумма радиационного баланса за год на юго-западе Беларуси превышает 1800 МДж/м² в то время как на севере она меньше 1500 МДж/м². Сумма солнечной радиации повышается от 3400 на севере до 4000 МДж/м² и более на юге страны. Температуры воздуха в течении года варьирует как по времени, так и по территории. Средняя годовая изменяется от 4,5 на северо-востоке до 7 на юго-западе. Средняя месячная температура самого теплого месяца (июль) для этих регионов соответственно равна 17 и 18,5⁰С, в самого холодного (январь) – минус 8 и минус 4,5⁰С. Количество осадков в теплый период года колеблется от 400 до 500 мм, а в холодный – от 200-250 мм. Определенные различия характерны и для других метеорологических параметров северных и южных регионов Беларуси. В нормативных документах дорожной ориентации приведены карты районирования территории Беларуси по влажности почво-грунтов, условиям снегоборьбы и условиям борьбы с гололедицей на автомобильных дорогах. Кроме того нами совместно с профессором Н.П. Вырко предложено районирование территории страны по глубине промерзания грунтов. Все предложенные способы районирования территории Беларуси носят макросистемный характер и не в полной мере отражают особенности рельефа и ландшафта конкретного региона местности. Очевидно уже назрела необходимость уточнить районирование территории. При этом следует учесть не только новейшие более полные данные гидрометеорологических станций, но и результаты измерений на дорожных измерительных станциях аккумулированные на сервере РУП «Белдорцентра». Оптимизацию дорожно-климатического районирования целесообразно проводить в разрезе областей по средней ежемесячной температуре атмосферного воздуха и количеству осадков, а зимнее содержание автомобильных дорог организовать на основании накопленной за многие годы специализированной метеорологической информации.

**Особенности представления материалов по дорожной проблематике
в Британской энциклопедии**

Леонович И.И., Долгорукова А.И.

Белорусский национальный технический университет

Белорусский государственный университет

Учет международного опыта является необходимым условием динамического развития дорожного строительства. Одним из источников информации о дорогах является Британская энциклопедия – The New Encyclopaedia Britannica.

Ее выпуск начат в 1768 году и продолжается до настоящего времени. Было уже около 15 изданий с множеством выпусков так, 14 издание содержало 42 выпуска, а 15 – 24 выпуска. 15^е представлено 3 частями: Micropedia (12 томов), Macropedia (17 томов), Propedia (1 том). Кроме того дополнительная более новая информация включается в ежегодники (Book of the Year). Кроме статей энциклопедического характера в эти сборники включаются новейшие научные достижения в области естественных наук, вносятся все основные статистические данные государств мира.

В Британской энциклопедии, в ее 30 томах значительное место отведено дорожной проблематике. Она касается истории развития дорог, конструкции дорожных одежд, устройства улиц и мостов, организации движения, развития сети дорог и транспорта в различных странах и т.п. По данным ориентировочных расчетов в Британскую энциклопедию включено более 50 статей, в которых в той или иной степени представлены данные о дорогах.

Для удобства поиска необходимой информации один том энциклопедии (INDEX) содержит словарный перечень с указанием номера тома, страницы и колонки, где эта информация размещена.

Несомненный интерес представляет и информация о деталях науки, производства и управления, среде которых и некоторые детали связанные с проблемами дорожного строительства. Эта информация охватывает период 1860–1980 г. и представлена в двухтомнике «Dictionary of Business Biography».

Кроме энциклопедии для получения оперативной информации целесообразно использовать периодические издания такие как: WORLD HIGHWAYS; ITS-INTER-NATIONAL и др.

С учетом мирового опыта можно эффективно вести работы по совершенствованию техники и технологии дорожных работ, сравнивать свои достижения и определить направления дальнейшей инновационной деятельности.

Анализ состояния республиканских автомобильных дорог по обобщенному критерию дефектности

Мельникова И.С.

Белорусский национальный технический университет

Ежегодную инструментальную и визуальную диагностику сети республиканских автомобильных дорог выполняет РУП «Белорусский дорожный инженерно-технический центр (Белдорцентр)». Общая протяженность сети обследованных дорог по состоянию на 01.01.2011 г. составляет 16727 км.

В ходе проводимой диагностики определяется соответствие дорог восьми параметрам транспортно-эксплуатационного состояния: ровности, прочности, дефектности покрытия, колейности и другим. По результатам обследования на 01.01.2011 г. наибольшая протяженность несоответствий нормативным требованиям выявлена по важнейшему показателю транспортно-эксплуатационного состояния дорог – ровности покрытия (8464 км). Средневзвешенное значение ровности по результатам измерений по сети республиканских дорог в 2010 г. составило 4,02 м/км, что свидетельствует об удовлетворительном их состоянии по ровности, причем предприятие РУП «Белавтострада» данный показатель на протяжении последних пяти лет поддерживает на уровне 2,6-2,0 м/км. Кроме того, большое несоответствие наблюдается по дефектности 2-3 уровня, требующей проведения первоочередных ремонтных мероприятий для обеспечения безопасности движения.

На 2011 г. согласно результатам диагностики назначено проведение различных ремонтных мероприятий по доведению значений параметров дорог до нормативных требований: устройство тонких защитных слоев, устранение колеи, ремонт гравийных покрытий, конструктивных слоев. При этом большую долю (80%) запланированных видов ремонта составляют работы по конструктивным слоям.

Согласно расчетам по результатам диагностики 2010 года 7370 км (45% от общей протяженности дорожной сети) нуждается в проведении ремонтных мероприятий. Полная потребность средств по доведению всех параметров дорог до нормативных требований по стоимости на 2011 г. составляет 2866 млрд. рублей в действующих ценах.

Однако при условии ограниченного финансирования в 2011 г. планируется проведение первоочередных ремонтов на 1862 км республиканских дорог стоимостью 526 млн. рублей. Это свидетельствует о необходимости оптимально распределять средства, рационально использовать уже имеющиеся ресурсы.

Теория образования и методы борьбы с трещинами в асфальтобетонных покрытиях

Мельникова И.С.

Белорусский национальный технический университет

Наиболее распространенным и опасным видом разрушения асфальтобетонных покрытий являются трещины, количество которых увеличивается с повышением жесткости асфальтобетонных слоев, интенсивности движения, старением покрытия.

Основной причиной трещинообразования является появление в асфальтобетоне растягивающих напряжений, превышающих силы внутреннего сцепления и сопротивления его разрыву. Главным образом такие напряжения возникают при резких перепадах температуры. Кроме того, к причинам и условиям образования трещин следует отнести воздействие транспортных нагрузок, наличие трещин и швов в нижележащих слоях, различие теплофизических свойств материалов слоев смежных покрытий, слабое основание, неравномерное уплотнение земляного полотна и слоев дорожной одежды, образование пучин.

Для асфальтобетонных покрытий характерны отдельные (не связанные между собой, с шагом 4 и более метров), частые трещины (не образующие замкнутых фигур, через 1-4 м), сетка трещин (пересекающиеся поперечные, продольные и криволинейные трещины, делящие поверхность ранее монолитного покрытия на ячейки). В зависимости от природы трещинообразование приобретает различные формы: температурные, отраженные, силовые и технологические трещины.

Во многих научных работах предлагаются различные подходы к описанию и учету процессов трещинообразования в дорожных одеждах. Практика показывает, что добиться абсолютного отсутствия трещин трудно, но обеспечить значительное уменьшение их количества и увеличение срока работы покрытия без трещин, возможно.

Так, на стадии проекта проблема решается двумя путями – материаловедческим (регулирование свойств асфальтобетона) и конструктивным (выбор эффективного конструктивно-технологического решения). Своевременный ремонт и устранение трещин на стадии эксплуатации также является важной задачей.

Основное условие правильного назначения способа ремонта – определение причины образования трещины, степень разрушения материалов основания и покрытия, обоснованный выбор времени производства ремонтных работ и экономическая целесообразность затрат на выполнение ремонтных работ.

Система организации зимнего содержания дорог

Нестерович И.В.

Республиканское унитарное предприятие «Белдорцентр»

В Республике Беларусь значительная часть средств, выделяемых на содержание автомобильных дорог, используется в зимнее время. Ежегодно на зимнее содержание автомобильных дорог общего пользования направляется около 100 млн. долларов США, что составляет до 60% суммы выделяемой на содержание дорог. Зимнее содержание представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению безопасного и бесперебойного движения на автомобильной дороге, включающий защиту автомобильных дорог от снежных заносов, устранение зимней скользкости и очистку автомобильных дорог от снега. Для организации процесса зимнего содержания разработана автоматизированная система управления «Зимнее содержание», которая включает базы данных по зимнему содержанию автомобильных дорог: справочную информацию и классификаторы, данные о местоположении производственных баз и складов противогололедных материалов (ПГМ), данные о снегозаносимых участках, опасных участках. Позволяет автоматизировано формировать документы «Паспорт зимнего содержания», документы «Инженерная подготовка» на уровне ДЭУ с последующим сводным расчетом по Автодору и отрасли, осуществлять планирование работ. В системе выполняется автоматизированный учет и анализ качества работ, ведение отчетной документации. Осуществляется прогнозирование образования гололеда на краткосрочную перспективу до двух суток. Выполняется определение районов по борьбе с гололедицей.

Система позволяет обеспечивать процесс зимнего содержания прогнозной и фактической метеоинформацией по данным дорожных-измерительных станций (72 шт.) на период до 3 часов и осуществлять специализированные дорожные прогнозы на основе данных Гидрометеоцентра по участкам дорог до 36 часов.

В настоящее время ведется разработка модуля управления технологическими процессами по зимнему содержанию на основе глобальной системы позиционирования. С этой целью технологическая техника, задействованная для зимнего содержания, оборудована 233 комплектами навигационного оборудования. Данная функция позволит отслеживать весь цикл технологического процесса зимнего содержания: следование по маршруту, загрузка ПГМ, управление рабочими органами механизмов, расход ПГМ и скорость движения на маршруте, получить отчетность о выполненной работе. Автоматизация позволяет выполнять оперативное управление на всех уровнях зимнего содержания.

Влияние погодно-климатических условий на эксплуатацию дорог низких категорий в зимний период*

Петражицкая Н.А., Ноздрин-Плотницкий Д.
Белорусский национальный технический университет

Под действием метеорологических факторов (влажности воздуха, осадков и др.), а также в зависимости от вида и состояния покрытия, интенсивности и состава движения покрытие может находиться в различных состояниях.

Состояние покрытия оказывает влияние на взаимодействие его с колесом автомобиля, поскольку тип покрытия, его прочность, шероховатость и ровность, наличие дефектов, снега или гололеда влияют на коэффициент сопротивления качению колеса автомобиля и коэффициент сцепления его с покрытием. На сухом покрытии основную часть силы сцепления составляет адгезия (молекулярное взаимодействие), а на влажной или мокрой поверхности она значительно снижается, поскольку на ней образуется слой смазки в виде пленки воды, перемешанной с остатками масел, бензина и грязи. Для обеспечения достаточного сцепления покрытие должно иметь однородную структуру, которая позволяет разорвать эту пленку и обеспечивает непосредственный контакт резины протектора с поверхностью покрытия. Выступы шероховатости вдавливаются в протектор, увеличивая деформационную составляющую силы трения.

Наличие на покрытии даже сухого снега приводит к увеличению сопротивления качению в 10 – 15 раз в зависимости от толщины снежных отложений по сравнению с движением по чистому покрытию. Движение колес автомобилей по снежному накату сопровождается образованием колеи и увеличению сопротивлению качения, что приводит к снижению скорости.

Анализ отечественного и зарубежного опыта зимнего содержания автомобильных дорог показывает, что незначительная интенсивность движения (дороги низких категорий) при определенных объемах снегоприноса допускает наличие уплотненного снежного покрова, который может удовлетворять требованиям безопасности и потребительских качеств. Такие покрытия необходимо профилировать и создавать шероховатый слой из фрикционных материалов. Применение таких покрытий снижает расходы на распределение противогололедных материалов и очистку покрытия от снега, увеличивает сроки службы покрытий дорог и снижает его износ.

* Работа выполнена под руководством Реут Ж.В.

Управление качеством автомобильных дорог
в Литовской Республике

Петкявичюс К., Булявичюс М.

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса (Литва)

Управление качеством государственных автомобильных дорог Литвы, длина которых составляет 21 268 км, в основном сводится к обеспечению требуемых показателей качества дорог (в целом) и дорожных покрытий (в частности) на стадии проектирования и в процессе строительства (или реконструкции), а также – в процессе эксплуатации (обустройства) этих покрытий и дорог. Автомобильные дороги и дорожные покрытия по своим показателям качества должны соответствовать критериальным значениям, указанным в государственных стандартах и других нормативных документах страны. Одним из важнейших показателей автомобильных дорог, обуславливающий скорость потока транспортных средств, является ровность дорожных покрытий. В нормативном документе [1] приведены критериальные значения показателя ровности покрытий магистральных, краевых и районных дорог Литвы (согласно международной классификации IRI Y_{IRI} в м/км), необходимые при приемке их в эксплуатацию, а в нормативном документе [2] критериальные значения этого показателя, указывающие на недопустимость дальнейшей эксплуатации покрытий без проведения их профилактического (среднего) ремонта (таблица).

Наши исследования показателя ровности покрытий Y_{IRI} автомагистралей Литвы позволили предложить следующие обоснованные его критериальные значения (для автомагистралей): $Y_{IRI}^{(H)} \leq 1,25$ м/км (при приемке покрытий в эксплуатацию) и $Y_{IRI}^{(P)} \leq 1,55$ м/км (при назначении их профилактического (среднего) ремонта).

При обеспечении предложенных критериальных значений показателя ровности покрытий Y_{IRI} для автомагистралей $Y_{IRI}^{(H)}$ и $Y_{IRI}^{(P)}$ будет обеспечена приемлемая скорость движения потока транспортных средств, а транспортные расходы автомобилей будут минимальные.

Литература

1. Правила устройства слоев асфальтобетона дорожных одежд. [Т ASFALTAS 08. Вильнюс, 2008. 62 с. (на лит. яз.).
2. Руководство по обустройству дорог. Ч. 1. KPV PN-05. Нормативы по обустройству автомобильных дорог. Второе издание. Вильнюс, 2005. 50 с. (на лит. яз.).

Влияния состава асфальтобетона на долговечность дорожного покрытия

Петкявичюс Э., Петкявичюс Р.
АОЗТ «Вильняус вистимо компания» (Литва)
АО «Лемминкайнен Лиетува» (Литва)

На сети автомобильных дорог Литовской Республики 63,9% составляют асфальтобетонные покрытия. Под влиянием тяжеловесных транспортных средств существующие покрытия часто оказываются недостаточно прочными, образуются неровности, выбоины и другие дефекты.

Нами установлено, что срок службы 8 и более лет верхнего слоя покрытия может быть достигнут если по Маршалу устойчивость будет $\geq 1,0$, пластичность 2,5-4,0 мм, а пористость 1,5-3,5%. Коэффициент уплотнения $\geq 0,99$.

Компонентный состав асфальтобетонной смеси при этом, как показали исследования покрытия магистральных автомобильных дорог Литвы, соотношениями (в % по массе):

Зерна крупнее 2 мм (щебень)	64,0-64,5
Зерна крупностью (0,09–2) мм (песок)	25,2-25,5
Зерна мельче 0,09 мм (МП)	10,3-10,5
Битум (Б)	6,5-6,6

Покрытия, устроенные из смесей такого состава, просуществовали уже 10 и более лет и на них не зафиксировано заметных повреждений. Уровень дефектности в целом менее 3%.

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что путем регулирования состава асфальтобетонных смесей можно управлять качеством дорожного покрытия. Но при этом должен быть обеспечен надежный контроль за соблюдением технологического процесса приготовления асфальтобетонной смеси [1,2].

Литература

1. Петкявичюс, К. Системный подход в управлении качеством дорожного асфальтобетона. Строительная наука и техника, 2005, № 3, с. 29–32.
2. Petkevičius, K.; Sivilevičius, H. 2008. Necessary Measures for Ensuring the Quality of Hot Mix in Lithuania, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 3(1): 29–37.

Крупные заполнители и их пригодность для получения асфальтобетонных смесей в Литве

Петкявичюс К., Булявичюс М.

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса (Литва)

При производстве асфальтобетонных смесей особую роль играют минеральные заполнители: щебень, песок и минеральные порошок. Их свойства варьируются в значительных пределах и зависят от источников их получения и геологического происхождения.

Физико-механические показатели минеральных материалов (крупных заполнителей), применяемых для приготовления асфальтобетонных смесей, согласно Евронормам EN, в Литве определяются начиная 2004 года. За этот период было исследовано большое количество разных крупных заполнителей, приготовленных на разных камнедробильных заводах Литвы. Определяли следующие показатели: плотность сухих частиц (зерен) ρ_{sd} , согласно EN 1097-6, устойчивость изнашиванию по методу Деваля M_{DE} , согласно EN 1097-1, устойчивость дробимости SZ и LA, согласно EN 1097-2, полируемость камня PSV, согласно EN 1097-8 и морозостойкость (опыт на замораживание и оттаивание) F, согласно EN 1367-1.

Эти исследования позволяют установить взаимосвязь между значениями физико-механических показателей ρ_{sd} , SZ, LA, PSV и F. При исследовании минеральных материалов определено адекватность (пригодность) каждого примененного метода погодным условиям Литвы. Установлено что метод определения морозостойкости каменных материалов, согласно EN 1367-1 и показатель F не полностью соответствуют погодным условиям Литвы, поэтому желательно, чтобы этот метод был заменен другим более пригодным методом. Определено, что исследованные каменные материалы по своим показателям качества вполне пригодны для изготовления асфальтобетонных смесей.

Оценив качество минеральных материалов, применяемых для изготовления асфальтобетонных смесей и для устройства конструктивных слоев дорожных одежд автомобильных дорог Литвы, были установлены требования к показателям качества их свойств и регламентированы опыты для оценки пригодности этих каменных материалов.

Результаты компонентных исследований каменных заполнителей позволили получить производство асфальтобетонных смесей и получить тем самым асфальтобетон с повышенными эксплуатационными качествами. Что касается метода определения морозостойкости каменных материалов, то для условий Литвы, его необходимо доработать.

О сроках ограничения движения транспорта в весенний период

Реут Ж.В., Аксенович К.Ю.

Белорусский национальный технический университет

При назначении в весенний период продолжительность ограничения движения транспортных средств определяющим фактором являются глубина оттаивания дорожных конструкций. Методы расчета глубины делят на две группы: точные методы (базируются на решении двух или трехмерной задачи тепломассообмена); приближенные методы (основаны на эмпирических зависимостях).

Для определения оптимальных сроков ограничения движения транспортных средств продолжительность процессов оттаивания описана формулой

$$T_p = \frac{Z_{к.от}}{v_{отт}},$$

где $Z_{к.от}$ – критическая глубина оттаивания от низа дорожной одежды, см.

$v_{отт}$ – средняя скорость оттаивания грунта полотна, см/сут.

Скорость оттаивания дорожных конструкций, (дорога в насыпи, «черное» покрытие, постоянно очищаемое от снега для обеспечения движения транспортных средств) выше, чем грунта в поле. Коэффициент увеличения скорости оттаивания составляет 1,7.

На основании скорости оттаивания дорожной конструкции можно определить продолжительность периода ограничения движения транспортных средств по скоростированной формуле:

$$T_p = K * \frac{Z_{к.от}}{v_{отт}},$$

где $Z_{от}$ – глубина оттаивания дорожной конструкции с учетом глубины промерзания и практической глубины оттаивания, см

$v_{от}$ – среднесуточная скорость оттаивания дорожных конструкций;

K – эмпирический коэффициент, учитывающий состояние покрытия дорожной одежды, коэффициент, зависящий от типа грунта земполотна, коэффициент, учитывающий влажность грунта земполотна, коэффициент, высоту автомобильной дороги над уровнем моря.

Таким образом можно рассчитать по средней скорости оттаивания дорожных конструкций и продолжительности даты начала и конца ограничения движения. Для различных видов дорожных конструкций в различных регионах республики в зависимости от изменения климатических условий.

Анализ и перспективы интенсивности движения на республиканских автомобильных дорогах*

Серегов А.А.

Белорусский национальный технический университет

Интенсивность движения является одним из важнейших параметров, определяющих геометрические размеры элементов автомобильной дороги.

Для анализа изменения интенсивности движения были рассмотрены основные транспортные артерии Республики Беларусь. На этих дорогах были взяты произвольные сечения, на которых изучалась динамика интенсивности движения.

Проанализировав и сопоставив полученную информацию, пришли к выводу, что если рассматривать в отдельности интенсивность грузового транспорта, то рост интенсивности движения пропорционален росту грузооборота в стране.

Интенсивность легкового транспорта пропорциональна количеству транспортных средств только в произвольных сечениях, а в характерных сечениях (подъезды к крупным городам) за последние годы наблюдается стремительный рост интенсивности движения транспортных средств, который превышает тенденцию роста количества автомобилей в республике.

На основании данных о фактической интенсивности движения автомобильного транспорта и учитывая его рост прогнозируем, что в ближайшие 2-3 года участки дорог на подъездах к городу Минску будут обеспечивать достаточную пропускную способность, причем в праздничные дни и часы пик эти участки уже не справляются с транспортным потоком. Например, на дороге М-9 минская кольцевая автомобильная дорога существующая среднесуточная интенсивность составляет 84000 авт/сут, а в то время как ее пропускная способность 85000 авт/сут.

Одним из объективных факторов увеличения пропускной способности МКАД – увеличение скорости до 120 км/ч. Строительство второй кольцевой автомобильной дороги вокруг Минска разгрузит существующее кольцо и подходы к городу от транзитного легкового и грузового автотранспорта. Также важным фактором, способствующим увеличению интенсивности на республиканских дорогах (в частности грузового транспорта), является строительство логистических центров «Прилесье» и «КМК–Логистик» недалеко от Минска, особенно при увеличении грузооборота в рамках Таможенного союза.

* Работа выполнена под руководством проф. Леоновича И.И.

Технологии и материалы, улучшающие качество и долговечность дорожных покрытий Республики Беларусь

Соболевская С.Н., Реут Ж.В.

Белорусский национальный технический университет

Повышение качества и технического уровня строящихся и реконструируемых автомобильных дорог в условиях дефицита сырьевых и энергетических ресурсов невозможно решить, используя традиционные технологии и материалы. В этой связи применение дорожных битумных эмульсий и улучшенных битумов оказывает возможности для внедрения новых технологий позволяющих значительно улучшать качество и долговечность дорожных покрытий.

Наиболее эффективными являются профилактические слои износа по типу поверхностных обработок. Так при вводе в эксплуатацию поверхностной обработки, устроенных с применением битумных эмульсий и фракционированного щебня коэффициент сцепления составляет 0,60-0,70 по сравнению с битумом 0,45-0,60. Это устраняет необходимость применения черного щебня. Приживаемость щебня на катионной эмульсии 0,95 по сравнению с битумом от 0,55-0,70 достигается за счет присутствия в составе остаточного вяжущего катионного поверхностно-активного вещества.

На предприятиях дорожной отрасли большое распространение получила технология холодного ресайклинга, которая предусматривает предварительное фрезерование старого асфальтобетонного покрытия и последующее его перемешивание в стационарном смесителе с добавлением нового минерального материала и медленнораспадающейся битумной эмульсии.

За счет резкого замедления процессов старения органического вяжущего на стадии холодного процесса приготовления смеси и введения в состав остаточного вяжущего поверхностно-активных реагентов, применение холодных эмульсионно-минеральных смесей влечет за собой увеличение долговечности дорожных покрытий.

Гравийно-эмульсионные смеси ускоренного формирования прекрасный материал для устройства конструктивных слоев оснований и покрытий дорожных одежд. Конструкции, состоящие из слоя гравийно-эмульсионной смеси, закрытого одиночной поверхностной обработкой дают возможность увеличить срок службы дорог местного значения более десяти лет, а также расширить сроки проведения работ до осеннего периода.

**Асфальтобетоны для устройства нижних слоев дорожных покрытий
автомобильных дорог**

Тимофеев С.А., Кравченко С.Е.*

Республиканское дочернее унитарное предприятие
«Белорусский дорожный научно-исследовательский институт
«БелдорНИИ»

Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время, в соответствии с традиционными методами конструирования дорожной одежды, предусматривающими расположение слоев с убыванием прочностных характеристик материала по глубине, для устройства нижних слоев покрытий автомобильных дорог применяются пористые и высокопористые крупно- и мелкозернистые асфальтобетоны.

Однако следует отметить, что указанные асфальтобетоны обладают недостаточным сопротивлением циклическому усталостному разрушению на растяжение при изгибе, что является причиной зарождения в этих слоях первоначальных очагов разрушения, вызывающих преждевременное разрушение покрытий автомобильных дорог.

Проведенные исследования и опыт эксплуатации автомобильных дорог позволяют сделать вывод о том, что далеко не во всех случаях увеличение толщины конструктивных слоев дорожной одежды в условиях интенсивного скоростного движения обеспечивает требуемый срок службы дорожных конструкций, хотя и повышает их общий модуль упругости.

Одним из направлений повышения долговечности дорожных конструкций может быть применение в нижних слоях дорожных покрытий плотных асфальтобетонов, либо улучшение физико-механических свойств пористых асфальтобетонов - снижение показателя остаточной пористости за счет оптимизации их состава и введение в состав пористых асфальтобетонов модифицирующих добавок.

Проведенные исследования показали, что при подборе составов пористых асфальтобетонов, для устройства нижних слоев покрытий магистральных дорог, необходимо чтобы показатель их остаточной пористости стремился к нижнему пределу нормативных значений, а использование в составе пористых асфальтобетонов резиновой крошки марки «Модус-0,63» и добавки «tecRoad standard» ведет к снижению модуля жесткости при отрицательной температуре соответственно на 15-30% на 10-25% , что говорит о повышении трещиностойкости конструктивных слоев устроенных из этих смесей.

Характер внутрисуточного распределения дождевых осадков

Парахневич В.Т., Сергеева А.М., Леонович А.А.

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»
Могилев, Беларусь

В последнее время наблюдается изменение интенсивности осадков в сторону их увеличения, что в значительной степени влияет на устойчивость существующих инженерных сооружений. Поэтому целью данной работы являлось установление количественной оценки изменения распределения осадков.

В качестве исходных данных были использованы многолетние наблюдения гидрометрических постов, расположенных в разных местах Могилевской области.

Погодичный анализ изменения осадков не дал возможности четко проанализировать характер изменений и выявить общие тенденции. Поэтому был применен такой метод выравнивания рядов как укрупнение интервалов.

Первоначально принятый пятилетний интервал усреднения указал на периодичный характер изменения осадков в виде синусоидальной зависимости.

Последующее десятилетнее усреднение более четко выразило интервал изменения годового количества осадков, продолжительность которого составила примерно 20 лет.

Анализ изменения и соотношения слоя годовых осадков позволил сделать следующие выводы:

- превышение количества жидких (дождевых) осадков над твердыми (снеговыми) остается практически постоянным (в среднем 40мм);
- изменение величины слоя снеговых осадков незначительно, наблюдается тенденция их уменьшения;
- характер изменения слоя дождевых осадков более явный и совпадает по всем рассматриваемым постам, однако в последнее десятилетие наблюдается несовпадение соответствующих амплитудных значений по отдельным населенным пунктам.

Внутрисуточное распределение дождевых осадков имеет значение не только для метеорологической характеристики рассматриваемого района, но и для организации работ в различных отраслях народного хозяйства.

Так зная закономерность суточного распределения дождевых осадков можно оптимально организовать посевные и уборочные работы, проводить строительство на объектах дорожного хозяйства нашей страны.

Транспортные сооружения

**Возможность использования зарубежного опыта управления
в организациях дорожного хозяйства Республики Беларусь**

Галковская Л.А., Комлик М.Б.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях, когда в дорожной отрасли Республики Беларусь увеличивается доля негосударственного сектора, происходит децентрализация принятия управленческих решений, становится особенно важным умение руководителей всех уровней иерархии управления определять систему целей и задач на основе анализа быстро меняющейся ситуации, принимать решения и нести в полной мере ответственность за их результаты. Поэтому значительно возрастает на всех уровнях управления роль менеджмента, который призван ориентировать персонал менеджеров на инновационное управление качеством автомобильных дорог, эффективное использование всех видов ресурсов, повышать эффективность и культуру инновационного управления качеством автомобильных дорог.

Одной из важных проблем является недостаточный уровень подготовки управленческих кадров. Одним из путей решения этой проблемы может быть разумное использование западного опыта менеджмента. Однако, как показывает практика, зарубежный опыт нельзя копировать механически. Организация должна сама ощутить потребность в изменениях, необходимости формирования своей собственной системы управления. В Беларуси большинство руководителей дорожных организаций имеет техническое образование, в то время как в развитых странах руководители проходят специальную профессиональную подготовку. Организации за рубежом все чаще обращаются к методам стратегического планирования и управления, рассматривая внезапные и резкие изменения во внешней среде, в технологиях, в конкуренции и рынках как реальность современной экономической жизни, требующей новых приемов менеджмента.

Подводя итоги можно сказать, что западный опыт управления необходимо тщательно изучать. Без понимания результатов, накопленных зарубежными специалистами в области управления, невозможно создание собственной современной школы управления.

Реализация этих задач требует значительного изменения инвестиционной политики, поиска нетрадиционных источников финансирования, повышения уровня подготовки и квалификации кадров, широкого внедрения передовых научных достижений и технологий.

Маркетинг в автодорожном хозяйстве Республики Беларусь

Галковская Л.А., Сандрос О.А.

Белорусский национальный технический университет

Сеть автомобильных дорог Республики Беларусь является важнейшим элементом ее социальной и производственной инфраструктуры. Функциональное назначение инфраструктурных отраслей в народном хозяйстве – создание общих условий воспроизводства, а также условий деятельности всех отраслей материального производства. В соответствии с этим, назначение сети дорог – обеспечение условий для реализации потребностей народного хозяйства и населения в автомобильных перевозках. Однако, на сегодняшний день при проектировании, строительстве и реконструкции автомобильных дорог специалисты автодорожной отрасли должны учитывать и другие факторы.

Например, необходимо соответствовать потребностям международных перевозчиков в благоприятных условиях при перевозке, доставке грузов и транзите через нашу страну. Если параметры автомобильных дорог будут благоприятными для потребителей данного блага, то их выбор при поиске наилучшего маршрута следования непременно остановится на маршруте через Республику Беларусь. Как известно, цель и главное назначение маркетинга – удовлетворение потребностей потребителя. Следовательно, маркетинг в автодорожном хозяйстве играет важную роль, учитывая, что Республика Беларусь располагается в столь благоприятном географическом месте: на пересечении важнейших европейских маршрутов.

Предоставив продукт – дороги – надлежащего качества, экономика Республики получит выгоду в виде притока денежных средств, а также повысит общий уровень страны на международном уровне. Кроме этого, при надлежащих маркетинговых исследованиях будут выявлены наиболее рациональные маршруты, наилучшее расположение объектов придорожного сервиса, отвечающее реальным потребностям пользователей автомобильных дорог, как национальным, так и международным.

На данный момент организации автодорожного хозяйства Республики не занимаются маркетинговой деятельностью на международном уровне, из-за чего не могут в полной мере удовлетворять требования потребителей и соответственно недополучают выгоды, а значит, введение такого рода новшеств в нашей стране необходимо.

О характерных состояниях трубобетонного элемента при осевом нагружении

Мацкевич А.С., Шатохин Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что трубобетонные элементы, работающие на сжатие, являются эффективными конструкциями способными воспринимать значительные нагрузки и могут быть полезными не только для промышленного, гражданского строительства, но и для транспортных сооружений, в частности, для мостов и станций метрополитена. Наряду с трубобетоном круглого сечения они могут быть и прямоугольных сечений, а так же в виде жестко связанных пакетов для особо больших нагрузок. Исследовано поведение под действием нагрузки трубная оболочка стремится расширяться в большей степени, чем бетонное ядро, что приводит к микроотрыву оболочки от бетонного ядра из-за преодоления сил сцепления. Второй этап работы трубобетонного элемента характеризуется дальнейшей совместной работой оболочки и ядра в упругой стадии в условиях одноосного сжатия до верхней границы микротрещинообразования по О.Я. Бергу. При этом напряжение в оболочке из-за различных модулей упругости материалов в N раз выше ($N = E_s/E_b$) чем в бетонном ядре. Третий этап работы трубобетонного элемента начинается интенсивным увеличением поперечных деформаций бетона ядра из-за осевых сжимающих напряжений и более полным включением трубной оболочки в работу. С этого момента оболочка начинает воспринимать давление ядра и выполнять роль обоймы, создавая тем самым объемно-напряженное состояние, при котором трубобетонный элемент продолжает работать и воспринимать возрастающую нагрузку до наступления начала текучести материала трубы.

Применение листового косвенного армирования бетонного ядра позволит повысить пороги характерных состояний трубобетонного элемента при осевом нагружении за счет сдерживания поперечных деформаций, что положительно повлияет на повышение его несущей способности. Сдерживание поперечных деформаций будет обусловлено силами трения между бетоном и гранями листовой арматуры, которые направлены к продольной оси бетонного ядра и будут препятствовать свободному развитию поперечных деформаций, создавая этим самым внутри трубы мини обоймы с определенным шагом по высоте элемента.

Мини обоймы будут успешно работать до наступления предела текучести косвенной арматуры.

Оценка весомости параметров, определяющих прочность конструкций железобетонных балочных мостов

Нестеренко В.В.

Белорусский национальный технический университет

В результате расчетно-теоретического анализа установлена изменчивость параметров и получены значения коэффициента весомости факторов, определяющих прочность главных балок таврового сечения для пролетных строений балочных железобетонных мостов (таблицы 1,2).

Полученные данные могут быть использованы при проектировании несущих конструкций железобетонных балочных мостов, а также при их обследовании.

Таблица 1 – Изменчивость параметров поперечного сечения главных балок пролетного строения железобетонных мостов

Характеристика	Высота поперечного сечения балки	Ширина полки поперечного сечения балки	Толщина защитного слоя бетона	Высота сжатой зоны бетона	Рабочая высота сечения	Расстояние от центра тяжести рабочей арматуры до нижней грани сечения
Изменчивость, %	0,25	0,21	8,3	26...37	0,1	1,4

Таблица 2 – Значения коэффициента весомости факторов, определяющих прочность главных балок пролетного строения железобетонных мостов

Характеристика	Сопротивление арматуры f_{yd}	Площадь рабочей арматуры A_s	Сопротивление бетона f_{cd}	Ширина полки сечения b'_f	Рабочая высота сечения d
Коэффициент весомости	0,30	0,30	0,02	0,02	0,36

Учет усадки и ползучести при расчете элементов мостового полотна

Расинская Л.Г.

Белорусский национальный технический университет

Проблеме устройства элементов мостового полотна, в частности, деформационных швов и непрерывной проезжей части, в настоящее время придается особое значение, так как эти элементы являются важной частью мостовых сооружений. От качества деформационных швов зависит долговечность мостового сооружения и условия его эксплуатации. Деформационные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечение свободы перемещений концов пролетного строения от температуры, временной подвижной нагрузки, усадки и ползучести бетона и других факторов;
- максимально возможная продолжительность срока службы;
- прочность и долговечность материалов конструкции;
- простота монтажа;
- водонепроницаемость или обеспечение надежного водоотвода;
- способность гасить шум и вибрации, вызванные движущимся транспортом, т. е. обеспечивать комфорт движения;
- способность воспринимать воздействия нагрузки без перенапряжения конструкции шва и повреждений конструкции мостового сооружения.

Одной из важнейших задач при назначении конструкции деформационного шва для конкретного мостового сооружения является правильное определение величины перемещений в уровне шва. Перемещения, допускаемые на конструкции швов, должны быть больше возможных перемещений концов пролетных строений. Кроме температурных деформаций обязательно учитываются перемещения от усадки и ползучести бетона, колебания влажности воздуха. Ползучесть и усадка бетона, колебания влажности воздуха вызывают деформации конструкции, которые возникают как от самих длительных деформаций, так и от вызываемого ими изменения напряженного состояния железобетонных элементов. На постепенно затухающие деформации усадки, вызванные внутренними процессами в бетоне, накладываются деформации, действующие периодически, которые возникают в результате изменения влажностных условий среды, окружающей конструкцию.

При изменении влажности окружающей среды в бетоне возникают деформации, примерно пропорциональные величине изменения влажности.

Установка для изготовления композитных материалов, используемых для гидроизоляции мостовых и тоннельных конструкций

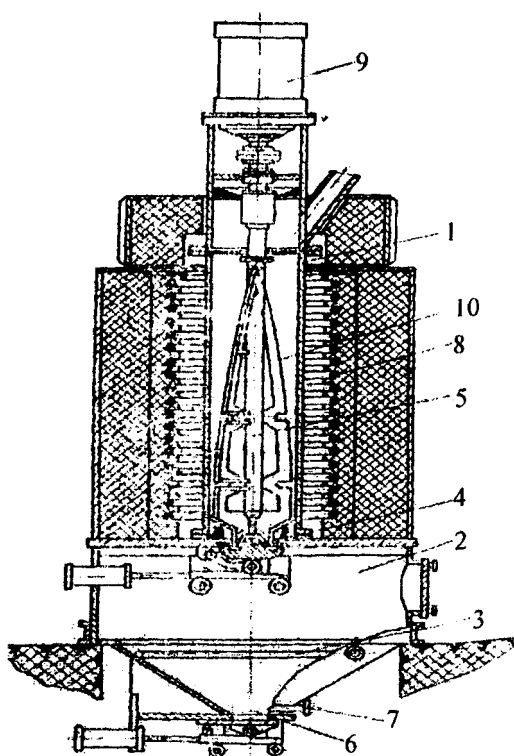
Ляхевич Г.Д.

Белорусский национальный технический университет

Установка (см. рисунок) содержит цилиндрический корпус 1, приемник 2 с водяным охлаждением 3, запорную крышку, промежуточного выгрузочного люка 4, мешалку 5, нижний механизм 6 выгрузки готового продукта, штуцер 7 для слива воды, электропечь 8 и электродвигатель 9 с редуктором. Мешалка 5 включает лопасти 10, выполненные в виде витков двухзаходного шнека. Вал мешалки пустотелый. Запорная крышка промежуточного выгрузочного люка 4 выполнена в форме конуса с восходящей канавкой на боковой поверхности.

На представленной установке возможно получение композитных материалов с высокой теплостойкостью и вязкостью, т.е. материалов, которые необходимы для защиты конструкций мостов и тоннелей в условиях агрессивной природной среды.

Сложность приготовления высоковязких композитов заключается в том, что такие материалы кроме высокой вязкости имеют большую адгезию, особенно к металлической поверхности. Снятие композита с внутренней поверхности цилиндрического корпуса 1 достигается мешалкой 5. Такая установка позволяет в 1,7-2,6 раза улучшить тепло- и массообмен, снизить на 80-85% энергозатраты за счет эффективной теплоизоляции, улучшить эксплуатационное обслуживание, исключить загрязнение окружающей среды.



Исследование работы пор бетона при его осевом сжатии

Ляхевич Г.Д.

Белорусский национальный технический университет

В бетонных и железобетонных конструкциях при их изготовлении, транспортировке, монтаже и эксплуатации происходит образование и развитие трещин. Бетон является пористым материалом. Его поры имеют различную форму и размеры. Трещины могут взаимодействовать с отверстиями пор. При прохождении трещины через полость сферической формы уменьшается или полностью прекращается ее раскрытие. С использованием компьютерного томографа нами установлено, что при осевом сжатии призм развитие трещин замедляется с уменьшением диаметра капилляра пор и с наиболее равномерным распределением их в объеме бетона, с максимальным приближением формы пор к форме сферы. Оптимальное расстояние между порами сфер должно быть в пределах 1.8 -2.6 радиусов сфер. При осевом сжатии сфера пор работает как микроарка и распространение трещин замедляется. Эффект микропрочности возрастает с:

- увеличением степени дисперсности вяжущего и более равномерного распределения по объему бетонной смеси заполнителя, особенно мелкого;

- использованием оптимального количества — 8-15 мас.% высокодисперсных добавок, и прежде всего, микрокремнеземистых;

- уменьшением водоцементного отношения и использовании суперпластификатора, обеспечивающего диспергирование газа с образованием микропор максимально приближенных к форме сферы.

Выполненные нами эксперименты обеспечили открытие эффекта микроарочности работы пор при осевом сжатии бетона (т.е. поры, имеющие форму близкую к сфере, при осевом сжатии работают как нагруженная арка). Синтезирован, испытан новый суперпластификатор алкиларилсульфонат кальция (САСК-1), который обеспечил тончайшее диспергирование газовой фазы в бетонной смеси. При этом форма пор бетона была практически близкой к форме сферы. Использование суперпластификатора САСК-1 способствовало открытию эффекта микроарочности работы пор при осевом сжатии бетона. Испытания бетона со средними размерами пор 0,4-0,9 мм, содержащего 12 мас.% микрокремнезема МК-85 и 0,8 мас.%(от цемента) суперпластификатора САСК-1, при В/Ц 0,18 обеспечило получение высоких физико-механических показателей бетона, например, прочность на сжатие составила 110,6 МПа против 51,4 для бетона не содержащего микрокремнезем и суперпластификатор САСК-1 и имеющего сред-

ний размер пор 1,5-2,7 мм. Открытие эффекта микроарочности работы пор внесет существенные изменения в технологию изготовления бетонных и железобетонных конструкций мостов и тоннелей.

УДК 624.073.124.04

Эффективная технология строительства ливневого коллектора в Республике Беларусь (часть 1)

Кузьмицкий В.А., Пастушков В.Г., Слизкий А.М.
Белорусский национальный технический университет

В последние годы, в Минске, в период ливневых дождей часто происходит затопление улиц и районов города, особенно района улицы Немиги. Она не справляется с потребностями динамично развивающегося города и остро нуждается в реконструкции и увеличении пропускной способности. В состав разработанного проекта реконструкции канализационной системы города входит строительство второй нитки коллектора "Центр". Реализация проекта по прокладке этой линии оказалась сопряженной с целым рядом проблем, поскольку работы предстояло выполнять в условиях плотной городской застройки, высокой степени благоустройства и в основном на большой глубине.

В этой связи УП «Горремавтодор» определил применение в Беларуси бестраншейного способа прокладки коллектора из железобетонных труб методом микротоннелирования, широко применяемом в мировой практике коммунального строительства. Для этой цели ОАО "Трест №15 Спецстрой" был приобретен тоннелепроходческий комплекс АВНД2400 АБ фирмы Хернкнехт. Микротоннелирование – это дистанционно управляемый процесс продавливания труб с использованием тоннелепроходческого механизированного щита с призабойной камерой для создания активного пригруза забоя. При микротоннелировании не требуется, как при траншейном способе, вскрытие поверхности по всей трассе коллектора, а для прокладки участка коммуникаций с поверхности устраивается только стартовая и приемная шахты.

Вызывает интерес техническое совершенство технологии микротоннелирования, которая состоит в том что в стартовой шахте с помощью основной домкратной станции производится продавливание наращиваемой секции рабочей трубы и лидирующего механизированного проходческого щита с одновременной разработкой режущей головкой грунта в забое и удалением разработанного грунта системой гидротранспорта в сепарационную установку на поверхности.

Эффективная технология строительства ливневого коллектора в Республике Беларусь (часть 2)

Кузьмицкий В.А., Слизкий А.М.

Белорусский национальный технический университет

Уравновешивание горизонтального давления грунта и гидростатического давления воды на забое достигается путем подачи под давлением воды или глинистой суспензии в призабойную камеру, которая отделяется герметичной диафрагмой.

Для снижения сопротивления продавливанию за счет трения грунта за наружную поверхность продавливаемой трубы под давлением бентонитовая суспензия. При длине участка продавливания более 80-120 м используют промежуточные домкратные станции, что позволяет проложить рабочую трубу диаметром 3,0 м длиной до 500 мс одной стартовой шахты.

При строительстве коллектора «Центр» используют железобетонные секции длиной 3,0 м внутренним и наружным диаметром, соответственно, 2,4 и 3,0 м. Трубы изготавливаются на заводе ОАО «Спецжелезобетон» из высокопрочного бетона со спиральным армированием. Соединение труб осуществляется с помощью стыка специальной конструкции с кольцевыми резиновыми уплотнителями, обеспечивающими герметичность соединения.

После завершения процесса продавливания на очередном участке трубопровода и выхода проходческого щита в приемную шахту проходческое оборудование подготавливают для прокладки нового участка трубопровода.

Следует особо отметить то, что все проходческие операции выполняются механизировано, без применения ручного труда и нахождения людей в забое.

Управление работой щитовой машины и всеми механизмами осуществляется одним оператором с помощью компьютерной системы, снабженной лазерной навигационной системой, позволяющей оператору контролировать в каждый момент времени положение щита и его движение. На основе этих данных оператор может удерживать щит в пределах сравнительно небольшого отклонения от проектной оси.

В заключении следует отметить, что в Республике Беларусь освоена современная технология микротоннелирования и к концу 2010 года проложено более 3,5 км второй нитки ливневого коллектора «Центр».

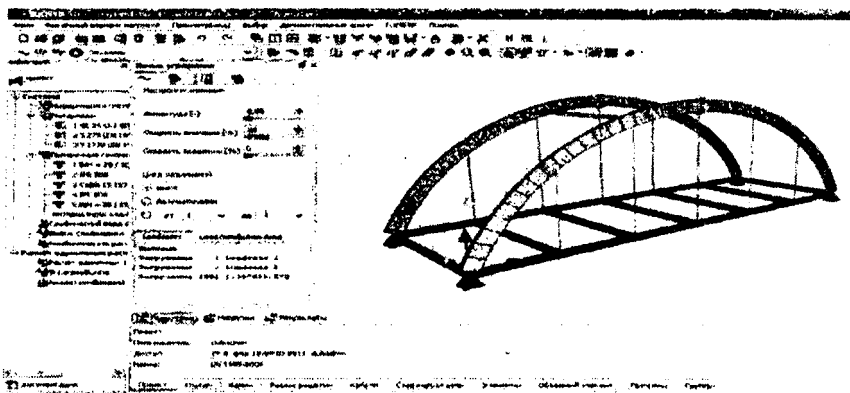
Исследование и расчет пешеходного моста с несущей деревянной клееной аркой*

Пастушков В.Г., Дубинчик Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Понимание архитектуры моста является совокупностью пользы, прочности и красоты. Сегодня мосты преимущественно выполняются из железобетона или в редких случаях с металлическими балками и монолитной плитой. Все эти конструкции массивны и не могут подходить для городского применения, где их восприятие происходит в непосредственном контакте с пешеходами. Безусловно, важными составляющими являются пропорциональность и силуэт мостов, четкость линий и выразительность конструкции.

Одной из древнейших и наиболее завораживающей по форме является



арка. В работе выполнен мост арочной конструкции из клееной древесины. «Для определения степени рациональности конструкции достаточно её взвесить» - так метафорично Б. Фуллер обозначил суть профессии инженера. Деревянные конструкции являются легкими, экологически чистыми, возобновляемыми и легко возводимыми. Клееная древесина обладает улучшенными прочностными свойствами, а современные покрытия и пропитки существенно повышают долговечность и огнестойкость. В данной работе, была создана трехмерная модель арочного моста, приложены нагрузки с учетом действующих требований.

Анализ был выполнен в программе SOFiSTiK, что позволило оценить напряженно-деформированное состояние конструкции на всех этапах возведения.

**Работа выполнена под руководством В.Г.Пастушкова*

Экологические аспекты строительства и капитального ремонта мостов

Гулицкая Л.В., Куш Н.Н., Шиманская О.С.

Белорусский национальный технический университет

Основная цель проводимых исследований – определение источников загрязнения рек при строительстве и капитальном ремонте мостов, поиск причин, по которым это происходит. Для определения факторов, вызывающих загрязнение рек при строительстве и капитальном ремонте мостов, проводились натурные обследования как строительных площадок, так и эксплуатируемых мостов. Как показывают проведенные исследования, основными загрязняющими компонентами при строительстве и капитальном ремонте мостов являются:

- нефтепродукты в виде утечек горюче-смазочных материалов из строительных машин, механизмов и автомобилей;
- лакокрасочные материалы и другие химические вещества, применяемые при проведении строительных работ;
- продукты коррозии и остатки краски при пескоструйной обработке стальных пролетных строений;
- промывочные воды из емкостей автобетоносмесителей и интосамосвалов;
- строительный мусор;
- бытовые отходы, особенно пластиковая тара.

Многолетний опыт обследования мостовых сооружений Беларуси специалистами НИЛ МИС БНТУ позволяет сформулировать основные причины, порождающие вышеуказанные загрязнения, – это:

- низкая общая и экологическая культура работников строительномонтажных организаций;
- неисправности гидросистем строительных машин, механизмов и автомобилей;
- аварийные сбросы загрязняющих веществ;
- отсутствие емкостей для сбора отходов, в том числе для обработанных смазочных материалов;
- отсутствие надлежащего контроля над состоянием строительных площадок и производством строительномонтажных работ со стороны местных органов охраны природы.

Кроме того, в строительных проектах разделы, посвященные охране окружающей среды, как правило, малосодержательны и состоят в основном из ссылок на законодательные акты и нормативные документы. В проектах производства работ практически отсутствуют рекомендации по

предотвращению загрязнения рек, тоже можно сказать и о генеральных планах стройплощадок, разрабатываемых в составе проектов строительства и капитального ремонта мостов.

Для минимизации загрязнения речных вод при строительстве и капитальном ремонте мостов необходимо:

- разработать с участием экологов специальную инструкцию по охране рек от загрязнения при строительстве и ремонте мостов;
- повышать экологическую культуру работников строительных монтажных организаций;
- ужесточить систему штрафов и налагать их на непосредственных виновников загрязнения.

УДК 625.74

Влияние факторов производства на регулирование усилий в балочных разрезных пролетных строениях моста через р. Муховец в г. Брест в процессе строительства

Жихарев Д.В., Свиридович С.Н., Жихарев В.Д.
Белорусский национальный технический университет

Основным направлением технического прогресса в области сталежелезобетонных пролетных строений в настоящее время является снижение массы конструкций за счет применения сталей повышенной прочности, повышения заводской готовности конструкций при одновременном совершенствовании конструктивных форм, обеспечивающих не только экономию металла и уменьшение эксплуатационных расходов, но и существенное повышение уровня индустриализации заводского изготовления и монтажа. При строительстве городских и автодорожных мостов с пролетными строениями более 40 м часто применяют металлические балки, объединенные железобетонной плитой. На организацию и технологический процесс производства стальных пролетных строений мостов влияют факторы, связанные со спецификой мостовых конструкций, особенностями их проектирования и монтажа.

В процессе строительства моста через р. Муховец в г.Бресте была использована технология производства, позволившая максимально снизить усилия в балках от 1-й стадии постоянных нагрузок и в максимально использовать возможности 2-й стадии. Для этого сооружение руслового пролетного строения производилось на специальных подмостях с регулированием усилий в металлических балках.

Проблемы эксплуатации городских мостов и путепроводов

Гулицкая Л.В., Куш Н.Н., Шиманская О.С.
Белорусский национальный технический университет

Мосты и путепроводы являются важной составной частью городского хозяйства. В связи со значительным ростом в последние годы интенсивности движения городского автомобильного транспорта остро встает проблема повышения долговечности и обеспечения эксплуатационной надежности городских транспортных сооружений. Решение этой проблемы тесно связано с необходимостью своевременного сбора и анализа информации о наличии дефектов и повреждений на сооружениях, скорости их развития, а также о степени их опасности в конкретных условиях. Дефекты и повреждения могут влиять на грузоподъемность, долговечность мостовых сооружений и безопасность движения по ним. Соответственно, эксплуатационное состояние мостов и путепроводов оценивают по этим трем показателям.

Как показывает многолетний опыт обследования железобетонных мостовых сооружений для повышения долговечности и эксплуатационной надежности городских мостов и путепроводов необходимо:

- направлять в службы, отвечающие за городские транспортные сооружения, специалистов, знающих основы их эксплуатации;
- определить показатель безопасности движения, как один из важнейших показателей эксплуатационной надежности мостовых сооружений;
- уделять больше внимания содержанию мостов и путепроводов, особенно в зимнее время;
- устанавливать защитные устройства на фасадные поверхности опор и пролетных строений;
- окрашивать фасадные поверхности атмосферостойкими красками;
- обеспечивать надежную герметичность деформационных швов, в том числе и в зонах тротуаров;
- обеспечивать сбор и отвод воды с мостового полотна за пределы сооружения, исключая попадание стоков на фасадные поверхности сооружений и нижележащие конструкции.

Необходимо преодолеть стереотип, сложившийся даже у специалистов, отвечающих за эксплуатацию городских транспортных сооружений, что железобетон – вечный материал и основным эксплуатационным показателем сооружения является его грузоподъемность.

Для эффективного функционирования системы эксплуатации мостовых сооружений необходимо регулярно проводить сбор и систематизацию информации о состоянии сооружений, а также об изменениях в их состоянии.

Данные, полученные при таких исследованиях, позволят своевременно корректировать режим эксплуатации сооружений, определять необходимые объемы и первоочередность ремонтных работ, а также выбрать способы и технологии их проведения.

УДК 624.073.124.04

Расчет многослойных тоннельных обделок

Мойсейчик Е.К., Грачёв М.Л.

Белорусский национальный технический университет

Строительство тоннелей очень трудоемкий, многоэтапный процесс, требующий тесного взаимодействия между строителями и инженерами. Это так же весьма дорогостоящий процесс.

При сооружении тоннелей горным способом рассматриваются 2 конструктивные составляющие тоннеля:

- временная крепь тоннеля;
- постоянная обделка тоннеля.

Временная крепь рассчитывается по первой группе предельного состояния, предполагается, что она служит в период строительства тоннеля. Постоянная обделка тоннеля рассчитывается по 2-м группам предельных состояний и на сейсмическое воздействие. Постоянная обделка служит весь период эксплуатации тоннеля. В данной работе рассмотрен вопрос о возможности совместной работы первичной и вторичной обделки тоннеля. Произведенные измерения напряжений в построенных тоннелях показали, что постоянная обделка недостаточно загружена вследствие работы временной обделки также и в стадии эксплуатации тоннеля.

Это позволяет сделать вывод о том, что можно уменьшить армирование и сечение постоянной обделки учитывая совместную работу первичной и вторичной обделок и при условии повышенных требований к коррозионной устойчивости материалов первичной обделки и к самому процессу ведения проходческих работ.

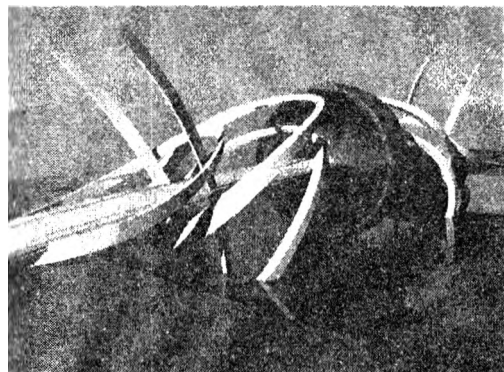
Такой подход к проектированию и строительству тоннелей существенно уменьшит стоимость строительства тоннеля, ввиду этого эта задача актуальна для современного тоннелестроения.

Энергоэффективные транспортные сооружения

Яковлев А.А., Петров М.П.

Белорусский национальный технический университет

Введение Еврокодов на территории Республики Беларусь вынуждает нас реконструировать существующие, либо возводить новые транспортные сооружения. Применение современных технологий и материалов позволяет реализовывать нестандартные идеи транспортных сооружений. При использовании многофункционального программного комплекса AutoCAD, была создана модель энергоэффективного пешеходного моста. Комплекс сложных геометрических элементов гармонично вписывается в любой рельеф местности на территории нашей Республики. Отсутствие промежуточной опоры позволяет расположить в середине пролета



сферическую поверхность, которая, имеет сцепление с поверхностью воды, за счет сил трения поверхность приходит в движение и работает как генератор электрической энергии. Внутри сферы размещаются аккумуляторные батареи, которые накапливают энергию в течение суток, использование которой обеспечивает искусственное

освещение пешеходного моста в темное время. Уменьшение сечения конструктивных элементов, увеличение длины пролета – основная задача при проектировании транспортных сооружений. Это становится возможным при использовании высокопрочных бетонов и материалов. Современная опалубка позволяет создавать несущие элементы сложных геометрических форм.

Адаптация основных транспортных коридоров к Еврокодам – это сложная, многоплановая и интересная работа, требующая привлечения высококвалифицированных проектировщиков, которые будут тесно взаимодействовать с молодыми неординарными архитекторами. Данный тандем позволит реализовать современные энергоэффективные идеи (как описанная выше) и создать новую визитную карточку Беларуси в виде передовых, технологичных мостов на основных транспортных коридорах.

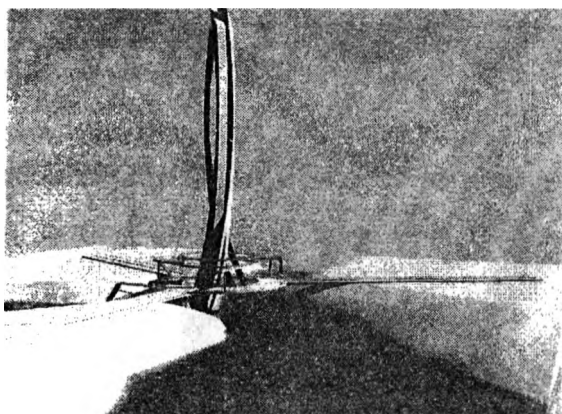
Современные транспортные сооружения*

Голочалов С.А.

Белорусский национальный технический университет

Увеличение числа автомобилей на территории Республики Беларусь привело к образованию пробок на основных улицах крупных городов. Для решения этой проблемы сейчас используют методику «зеленой волны», но это не разрешает ситуацию, а просто оттягивает тот момент, когда движение просто встанет. Создание многоуровневых развязок позволит радикально решить существующую транспортную обстановку.

Основная задача конструкторов и архитекторов вписать архитектуру транспортного сооружения в существующие кварталы городской застройки. Созданная модель – это современное решение транспортной развязки.



Модель сочетает в себе транспортную развязку и обзорную площадку для людей, расположенную над проезжей частью. К выполненному из монолитного железобетона пилону, крепятся высокопрочные канаты. Несущие конструкции проезжей части выполнены из сталежелезобетона, крепление которых обеспечивается также за счет канатов.

Проект был смоделирован при использовании комплекса AutoCAD в месте соединения двух рек. Создание кругового движения позволяет легко привязать данную модель к любой местности. Для реализации проекта можно выбрать площадь Бангалор в г. Минске и выполнить привязку данной модели. Строительство многоуровневой развязки решит проблему постоянно возникающих пробок и обеспечит непрерывное движение транспорта. Расположенный недалеко парк «Дружбы народов» привлечет людей посетить обзорную площадку, расположенную на сооружении.

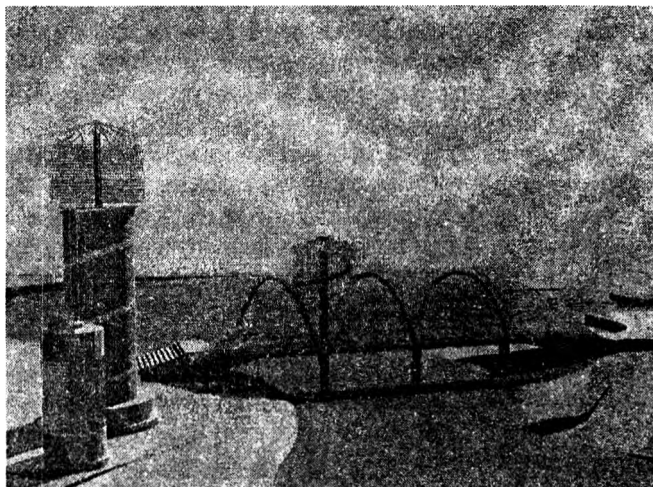
**Работа выполнена под руководством А.А.Яковлева.*

Современные архитектурные решения транспортных сооружений

Яковлев А. А., Лосев А. Ю.

Белорусский национальный технический университет

У жителей города каждые выходные возникает вопрос, где провести свободное время. Для решения этого вопроса постоянно происходит модернизация существующих парков и строительство новых.



Парки расположены вдоль рек и водоемов, для связи разных берегов используют пешеходные мосты. Данное современное архитектурное решение пешеходного моста из композитных материалов разрабатывалось при использовании комплекса AutoCAD.

Труба опирается на три промежуточные опоры. Продольные элементы прямоугольного пустотелого сечения устанавливаются с определенным шагом по очертанию трубы. На промежуточной опоре установлена лестница для подъема на обзорную площадку. В композицию входит расположенная на берегу обзорная площадка «Маяк».

Композитные материалы имеют высокие прочностные показатели, при незначительном собственном весе, позволяют увеличить грузоподъемность сооружения. Отсутствие влияния природно-климатических воздействий на несущую способность, повышенная долговечность конструкций. Строительство таких сооружений выполняется в кратчайшие сроки.

Появление на рынке современных высокопрочных композитных материалов позволяет архитекторам и конструкторам реализацию любых архитектурных решений.

Оценка напряженно-деформированного состояния подземных инженерных сооружений по еврокоду (EN)

Пастушков В. Г., Лисица М.А.

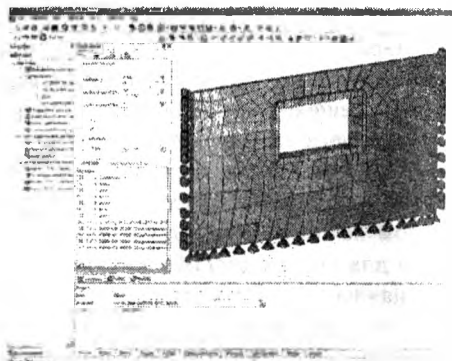
Белорусский национальный технический университет

Оценка напряженно-деформированного состояния подземных конструкций связана со сложнейшим моделированием упругого полупространства. На работу подземных сооружений оказывает влияние множество факторов, таких как изменение по глубине слоев грунтов, их прочностные характеристики, водонасыщение, однородность, подготовка под основанием подземной конструкции, материал засыпки и множество других факторов.

При использовании стандартных методов расчета и попытки описания всех явлений традиционным методом мы всегда сталкиваемся с трудоемким процессом обработки информации. В нашем же случае на помощь инженеру-проектировщику приходят специализированные программные комплексы. Современный программный комплекс SOFiSTiK ориентированный на моделирование инженерных сооружений, в том числе транспортных (подземных, наземных), а так же взаимодействия между ними. В программе возможно выполнение расчетов по различным нормативным документам. Евронормы, введенные в Республике Беларусь, позволяют использовать новейшие европейские разработки и применять для проектирования и строительства подземных сооружений.

В качестве примера в данной работе выполнен анализ напряженно-деформированного состояния подземного пешеходного перехода под скоростной железной дорогой. Изучены и сопоставлены традиционный метод расчета по строительным нормам и правилам и еврокоду (EN).

Проведя сравнительный анализ ручного и автоматизированного расчета данного проекта, можно выделить явное преимущество второго способа в следующих категориях: выбор материала, геометрическое построение, приложение нагрузок, расчет всей конструкции.



Пропуск сверхнормативных нагрузок по эксплуатируемым транспортным сооружениям

Пастушков Г.П.

Белорусский национальный технический университет

Пропуск сверхнормативных нагрузок – организация проезда ижежеловесных и в ряде случаев негабаритных нагрузок в виде единичного колесного или гусеничного поезда, основные параметры которого превышают параметры одиночной нормативной временной вертикальной нагрузки для мостового сооружения. Кафедрой «Мосты и тоннели» Белорусского национального политехнического института совместно с мостовым отделом БелдорНИИ были выполнены работы по исследованию фактической грузоподъемности железобетонных конструкций эксплуатируемых мостовых сооружений и возможности пропуска сверхнормативной и негабаритной нагрузки по автомобильной дороге М-4 по территории Республики Беларусь. Цель работы – разработка методов расчета грузоподъемности эксплуатируемых железобетонных балочных пролетных строений при увеличении подвижной нагрузки и накапливаемых повреждений, позволяющих оценить эксплуатационную надежность мостовых сооружений. Результаты исследования:

- эксплуатационная надежность мостовой конструкции рассматривается как комплексное и многокомпонентное понятие;
- обоснована концепция и разработаны расчетные методики по определению изменения напряженно-деформированного состояния элементов пролетного строения в стадии эксплуатации с течением времени;
- разработанная расчетная деформационная модель поперечных сечений стержневых строительных конструкций, применима для сечений произвольной формы из любых материалов и базируется на применении трансформированных диаграмм деформирования материалов;
- определение грузоподъемности эксплуатируемых мостовых сооружений выполнено на основе ориентированного на проектирование мостовых сооружений программного комплекса SoFiSTiK (Германия) и новых нормативных документов ТКП ЕН 1991-2 и ТКП ЕН 1992-2;
- грузоподъемность пролетного строения устанавливали по грузоподъемности наиболее слабого сечения несущего элемента;
- пропуск по маршруту следования осуществлен после выполнения, при необходимости, подготовительных работ (усиление моста, выработка условий пропуска и т.п.).

Изломы многослойных арматурных стержней при деформировании растяжением

Василевич Ю.В., Мойсейчик Е.А., Мойсейчик А.Е.
Белорусский национальный технический университет

На рисунке 1 показаны виды изломов арматурных образцов различных типов. Зарождение разрушения в стержнях без сварочных и других технологических воздействий происходило вязко с развитием пластических деформаций (рис. 1а, б). Срез происходил под углом близким к 45° .

При отсутствии сварочных воздействий очагами разрушения являлись механические надрезы, надпилы или продольные ребра. Поперечные ребра трещина пересекает нормально к направлению ребра. В процессе развития пластических деформаций места расположения конструктивно-технологических дефектов являлись очагами зарождения разрушения. Сопоставление изломов гладких стержней и арматурных стержней с боковыми (поперечными и продольными) ребрами показывает, что поперечные ребра влияют на вид излома.

Из рисунка следует, что излом коротких растянутых стержней с гладкой боковой поверхностью имеет такой же вид как и излом арматурных стержней с продольными и поперечными ребрами на поверхности, т.е. поперечные ребра обеспечивают скачок жесткости в наклонном сечении стержня и выполняют роль «направляющих» для трещины.

На развитии пластических деформаций существенно сказывается соотношение длины и диаметра рабочей зоны (рис. 1б). Наложение сварочных дефектов на продольные ребра ухудшает способность к пластическому деформированию металла арматуры (рис. 1г).

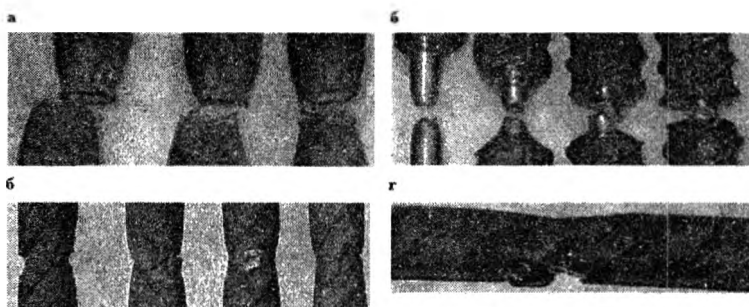


Рисунок 1

Дефекты производства арматуры и их термографический контроль

Василевич Ю.В., Мойсейчик Е.К., Мойсейчик А.Е.
Белорусский национальный технический университет

В ряде работ описаны различные случаи разрушения арматурных стержней. Длительное время природа таких разрушений оставалась неясной. Анализ и обобщение данных о факторах разрушения термически упрочненного арматурного проката, позволяет разделить эти случаи на пять групп.

К первой группе относятся самопроизвольные разрушения, происходившие при производстве высокопрочного проката и имевшие вид продольных расщеплений.

Вторая группа - разрушения при нерегламентированном приложении внешней нагрузки, когда стержни разрушались, подобно первой группе, путем продольного расщепления.

Третья группа - разрушения, возникающие при приложении внешней нагрузки на стержни, которые испытали до этого один или несколько циклов "нагрев-охлаждение".

Четвертая группа - разрушения стержней, эксплуатирующихся при отрицательных температурах под статическим растягивающим напряжением, характеризуется поперечным растрескиванием (по типу "задержанные разрушения").

Считается, что основной причиной такого разрушения арматурных стержней является водород, повышенное содержание которого оказывает охрупчивающее влияние на сталь.

Такому охрупчиванию часто подвержены термически упрочненные арматурные стержни.

В присутствии агрессивных сред высокопрочная термоупрочненная и горячекатаная арматура средних классов прочности проявляет коррозионное растрескивание.

К пятой группе можно отнести конструктивно-технологические дефекты, возникновение которых связано с технологией строительного перелоа арматуры.

Частично выявить указанные дефекты можно, например, термографированием арматуры при предварительном напряжении.

Организация дорожного движения и перевозок пассажира и грузов

ДК 656.052.5+656.057.87+343.983.2

Повышение качества экспертизы дорожно-транспортных происшествий на основе усовершенствования методов определения дальности видимости дорожных объектов в темную пору суток

Стахов В.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Большинство существующих методов определения дальности видимости объектов на дороге в темную пору суток имеют недостатки при учете которых нельзя определить влияние факторов, носящих качественный и количественный характер.

Использование теории нечетких множеств при построении математической модели позволит впервые комплексно учесть количественный и качественный характер следующих факторов влияния на дальность видимости: прозрачности атмосферы при конкретных дорожных условиях; контраста объекта различения с фоном; расположение препятствия на дороге относительно оси движения автомобиля; уровня загрузки автомобиля; освещенности дороги; коэффициента ослепления; остроты зрения и длительности работы водителя за рулем.

Разработанная математическая модель и усовершенствованная методика определения дальности видимости объектов на дороге позволяет упростить трудоемкие процедуры исследования безопасных режимов движения автомобилей в темную пору суток; уменьшить время, которое тратится экспертом-автотехником для углубленного анализа ДТП, допроса участников происшествий и свидетелей, проведения натурного следственного эксперимента.

УДК 656.13.05

Модификация адаптивного алгоритма поиска разрывов в транспортных потоках

Анфилец С.В.

Брестский государственный технический университет

Алгоритм поиска разрывов в транспортных потоках ориентирован на учет изменения пространственной структуры потока. В тоже время параметры алгоритма T_{\min} , T_{\max} , T_{ck} являются жестко фиксированы. Предлагается модифицированный алгоритм поиска разрывов в транспортных потоках, который предполагает изменения этих параметров в течение суток, а также при оперативном управлении. Модификации алгоритма связаны с определением в реальном времени его параметров. Минимальная длительность

основного такта может определяться с учетом реальной длины и состави очереди. Максимальная длительность основного такта может зависеть от времени ожидания на конкурирующих направлениях. Экипажное время может зависеть от интенсивностей во всех направлениях и текущего времени фазы в цикле.

Для реализации алгоритма и моделирования были выбраны линейные функции. Минимальная длительность зависит от интенсивности в направлении разрешающего сигнала, но не менее некоторого базового значения, определённого из соображений безопасности. Максимальная длительность определяется: $T_{\max} = 1,2 T_z$. Где T_z длительность разрешающего сигнала, рассчитанного по формуле Вебстера для входных параметров интенсивностей N_1, N_2 . Экипажное время изменяется во время фазы, этот параметр убывает со скоростью, зависящей от отношения интенсивностей конкурирующих направлений и времени ожидания транспортных средств на перекрестке.

В Таблице 1 сравниваются значения среднего времени пребывания на перекрестке по очередям. Среднее значение преимущества модифицированного адаптивного алгоритма 10 %. Видно, что модифицированный алгоритм имеет преимущества и исправляет некоторые недостатки метода поиска разрывов в транспортных потоках.

Таблица 1

Очередь	Среднее время пребывания в очереди, с		Отношение между очередями, %
	Адаптивный алгоритм поиска разрывов в ТП	Модифицированный алгоритм	
Очередь 1	13,449	12,247	8,93746747
Очередь 2	14,476	12,615	12,85576126
Очередь 3	12,270	11,592	5,525672372
Очередь 4	14,587	12,789	12,32604374

УДК 519.654

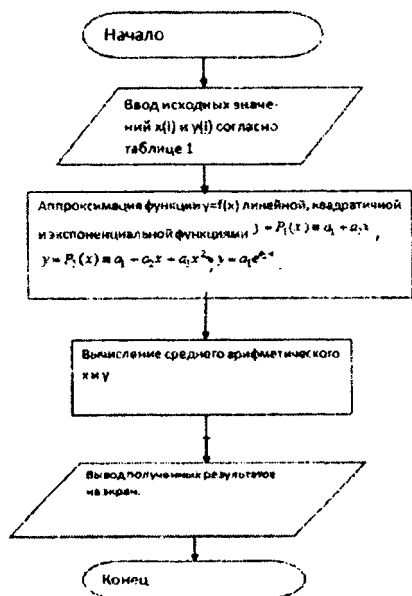
Метод наименьших квадратов

Красовский С.П.

Белорусский национальный технический университет

Целью было показать на примере удобство использование метода, в качестве получения функции отклика. (Руководитель – Мочалов В.В.)

Задача метода наименьших квадратов состоит в выборе вектора, минимизирующего ошибку [2].



Метод был реализован на языке программирования Pascal. Разработанный алгоритм, был положен в основу программы, которой (в качестве примера) была получена функция зависимости аварийности, от года. С помощью полученной функции, можно сделать прогноз аварийности на ближайшие годы, что может использоваться страховыми компаниями, при формировании цены страховых взносов.

Составленный мною алгоритм: Проверка правильности программы:

Проверка происходит по критериям Стьюдента, Фишера. Параметром является коэффициент корреляции, который

меньше 1, причем чем ближе к 1, то зависимость более явна.

Наиболее приближенной является логарифмическая зависимость.

Полученная функция: $F(x) = 12954 \ln(x) - 50850$.

Литература

1. Вычислительная техника и программирование / под ред. А.В. Петрова. – М.: Высшая школа, 1991.
2. <http://www.machinelearning.ru> – интернет-ресурс, на котором описана задача и сущность мнк.

УДК 656

Конвейер на магнитной подушке

Садовская Ю.О.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время при разработке месторождений полезных ископаемых в мировой практике наблюдается расширение области использования конвейерного транспорта как наиболее эффективного по сравнению с автомобильным и железнодорожным транспортом. (Руководитель работ – Кустенко А.А.).

Однако ленточные конвейеры требуют измельчения груза, угол наклона не превышает 16–18°, имеют ограниченный срок службы и высокую стоимость конвейерной ленты.

Поэтому сейчас с целью уменьшения числа вращающихся частей и снижения механического трения ведутся работы по созданию ленточных конвейеров с бесконтактной подвеской ленты на основе магнитного подвешивания. Магнитное подвешивание осуществляется за счет сил магнитного отталкивания одноименных полюсов магнитов. При этом могут применяться либо постоянные магниты, либо электромагниты.

В 2009 г. доктором технических наук Захаровым А.Ю. и кандидатом технических наук Пешковым С.В. был предложен конвейер на магнитной

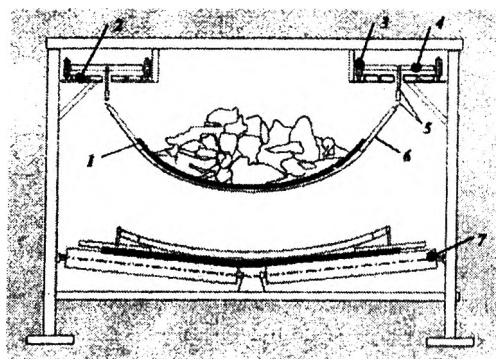


Рисунок 1

подушке с «И»-образным магнитным подвесом. Этот конвейер является инновацией

горнопромышленном транспорте и на сегодняшний день, по своим характеристикам не имеет аналогов. На рисунке 1: 1 – грузонесущая лента; 2 – магнитные опоры; 3 – направляющие ролики; 4 – магнито жесткий контур; 5 – шарнирное соединение; 6 – траверса; 7 – роликоопора.

Вывод: Преимуществами конвейера на магнитной подушке являются снижение сопротивления при движении ленты ввиду отсутствия поддерживающих роликов; большая скорость движения ленты (до 10 м/с); сниженная энергоёмкость и пожароопасность; повышенная надежность и экологичность.

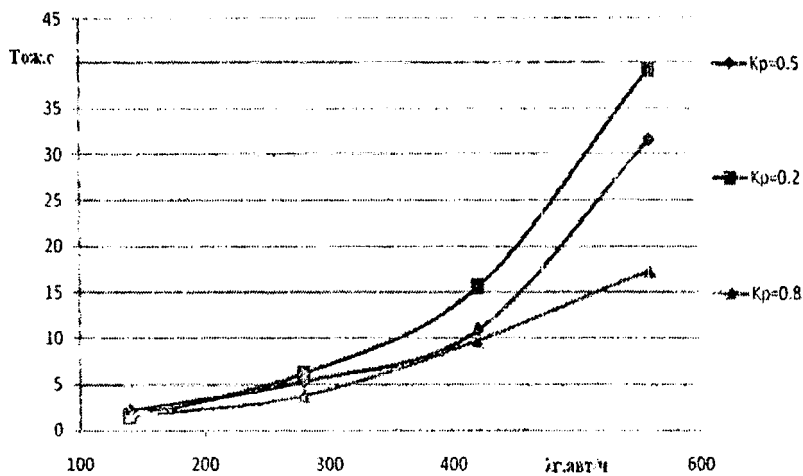
УДК 656.13

Оценка пропускной способности нерегулируемого перекрёстка

Жидкевич Е.В., Рожанский Д.В., Урбанович А.Г.
Белорусский национальный технический университет

Разработана модель проезда четырёхстороннего нерегулируемого перекрёстка с двумя полосами для движения во второстепенном направлении и четырьмя – в главном направлении. Автомобиль второстепенного

потока может проехать перекрёсток, выполнив условия безопасного движения. Условия безопасного проезда включают: 1. Въезжать на перекрёсток только после полного освобождения перекрёстка от автомобилей главного потока, поступающих слева. 2. Пересечь дальнюю границу полосы проезжей части главного направления до того, как автомобиль главного потока, поступающий слева по этой полосе, въедет на перекрёсток. 3. Начинать пересечение осевой линии только после полного освобождения перекрёстка от автомобилей главного потока, поступающих справа. 4. Полностью освободить полосу движения до того, как автомобиль главного потока, поступающий справа, въедет на перекрёсток. Разработанная математическая модель позволяет определить среднюю длину очереди и продолжительность ожидания автомобилями второстепенного потока в зависимости от интенсивности и скорости движения автомобилей главного потока, а также от распределения транспортного потока главного направления по полосам. В результате исследований установлено, что при интенсивности движения автомобилей главного потока до 400–500 авт./ч продолжительность ожидания безопасных условий проезда автомобилями второстепенного потока (интенсивность 180 авт./ч) не превышает 30 с. При большей интенсивности движения по главному направлению происходит резкий прирост среднего времени ожидания и средней длины очереди на второстепенном направлении. Наилучшие условия проезда перекрёстка (рисунок) достигаются при следующем распределении интенсивности главного потока по полосам – 80 % по правой полосе и 20 % по левой полосе ($K_p = 0,8$).



Влияние нерегулируемых пешеходных переходов на потери в трамвайном движении

Кустенко А.А., Петровский Д.Н., Колишок О.В.
Белорусский национальный технический университет

Трамвай во всём мире переживает второе рождение. За последние 10 лет заново открыты трамвайные системы более чем в ста городах мира (всего городов с трамвайным транспортом насчитывается более 400).

В данной работе было рассмотрено влияние нерегулируемых пешеходных переходов на скорость трамвая и оценены задержки с точки зрения экономических потерь.

К основным характеристикам нерегулируемых пешеходных переходов относятся:

1. Интенсивность движения пешеходов – количество пешеходов, проходящих через данный пешеходный переход в единицу времени;

2. Неравномерность движения пешеходов – интервалы перемещения по нерегулируемому пешеходному переходу отдельных пешеходов или групп, численность данных групп и т.д.;

3. Приоритет пешеходов над другими участниками дорожного движения – соблюдение или несоблюдение данного приоритета.

С этой целью были проведены замеры влияния интенсивности пешеходного движения на величину задержек трамвая на 6 пешеходных переходах г. Минска.

Было сделано 30 замеров, в каждом замере была сделана выборка из 50 трамваев. В результате получается следующая теоретическая зависимость:

$$d = 0,66 q_n \text{ с,}$$

где d – время задержки трамвая, с;

q_n – интенсивность движения пешеходов, пеш./ч.

Удельные задержки определяются по следующей формуле

$$e_i = \frac{0,013 \cdot q_n}{3600}, \text{ ч/тр.}$$

Вывод: Задержки трамвая на нерегулируемом пешеходном переходе несут существенную нагрузку на скорость сообщения трамвая, однако в силу непредсказуемости их возникновения возможны нарушения в установленной координации движения, вследствие чего возникают дополнительные задержки, и скорость трамвая может снижаться от 1 до 3 км/ч в зависимости

и протяженности участка дороги с координированным управлением транспортными потоками.

УДК 656

Исследование пропускной способности остановочных пунктов трамвая

Кустенко А.А., Маркевич Е.Ю., Карабань П.А.
Белорусский национальный технический университет

Трамвай во всём мире переживает второе рождение. За последние 10 лет заново открыты трамвайные системы более чем в ста городах мира (всего городов с трамвайным транспортом насчитывается более 400).

Посадка и высадка пассажиров производится на трамвайных остановках. Устройство остановок зависит от типа полотна. Остановки на собственном или обособленном полотне, как правило, снабжаются мощными пассажирскими платформами высотой под трамвайную подножку, обустроенными пешеходными переходами через трамвайные пути. Остановки на совмещённом полотне, как правило, физически не выделяются, пассажиры ждут трамвая на тротуаре и при входе/выходе из трамвая пересекают проезжую часть (водители безрельсовых транспортных средств обязаны в этом случае их пропускать).

В данной работе было рассмотрено пропускная способность остановочных пунктов в зависимости от интенсивности трамвайного движения.

Были проведены замеры на остановочных пунктах до и после перекрестка со светофорным регулированием.

Было сделано 30 замеров, продолжительностью один час каждый. В результате получается следующая теоретическая зависимость:

– при расположении за перекрестком:

$$e = \frac{1,24 e^{0,12 q_m}}{q_m}, \text{ с/тр,}$$

где q_m – интенсивность движения трамваев, тр./ч;

– при расположении перед перекрестком:

$$e = \frac{2 e^{0,12 q_m}}{q_m}, \text{ с/тр.}$$

Вывод: При интенсивности трамваев более 20 тр./ч наблюдаются и держки трамваев вызванные не достаточной пропускной способностью остановочного пункта. Расположение остановочного пункта перед перекрестком снижает его пропускную способность на 20–30 %.

УДК 656.13

Оптимизация скорости в транспортных процессах

Андреев А.Я., Лукьянчук А.Д.

Белорусский национальный технический университет

Скорость движения автотранспортных средств является одним из факторов, от величины которого в значительной степени зависит производительность и уровень затрат на выполнение перевозок. Поэтому задача оптимизации оптимальной скорости автомобиля и в целом для автотранспортного предприятия является актуальной. В общем виде она может быть сформулирована следующим образом: имеется определенный тип транспортного средства, известен вид маршрута, на котором используются данные транспортные средства. Учитываются характер перевозимого груза, дорожные условия и возможности погрузочно-разгрузочных пунктов. Требуется определить среднетехническую скорость движения VT транспортных средств на каждом маршруте, которая соответствует одному из критериев оптимизации:

- $\min \sum t_i$ – суммарных затрат на доставку грузов;
- $\max \sum Q_i$ – суммарного объема перевозок грузов;
- $\min \sum Z_i$ – суммарных затрат на доставку грузов.

Для каждого участка маршрута следует определить допустимую скорость движения автомобиля исходя из дорожного покрытия, параметров подвески автомобиля и соблюдения безопасности движения.

Допустимая скорость движения одиночных автомобилей на прямолинейных участках маршрута без учета ограничений, налагаемых правилами движения, может быть рассчитана по зависимости:

$$x_{\text{доп}} = \frac{572M}{CS} \sqrt{\sigma_2^2 - 10^{66} S^2 l^2},$$

где M – масса поддрессоренных частей;

C – коэффициент сопротивления амортизаторов и шин;

S – суммарный прогиб рессор;

σ – среднеквадратичная высота относительных перемещений кузова;

l – длина неровностей.

При движении автомобиля на закруглениях скорость движения определяется по формуле

$$x_{\text{доп}} = 11,3\sqrt{R\varphi},$$

где R – радиус закругления;

φ – коэффициент бокового сцепления колеса автомобиля.

УДК 656

Проблемы при отгрузке товара со склада

Бутович О.М., Буховцова Д.О., Холупов О.В.

Белорусский национальный технический университет

Во время отгрузки основные конфликты возникают из-за того, что на обработку складом всех необходимых мероприятий по отгрузке товара тратится много времени, что приводит к простоем транспорта. Возможных причин две: несогласованное планирование процессов складирования и транспортировки; длительный процесс сборки и погрузки товара. Согласованное планирование, применяемое при приемке товара, подходит и для процесса отгрузки товара. Меры по увеличению пропускной способности отдела отгрузки можно дополнить следующим: необходимо заранее проумать, формализовать и внедрить схему выстраивания возможной очереди из машин клиентов с определением приоритета отгрузки. Это может быть система FIFO; система, построенная на принципе первоочередной отгрузки клиентам, которых можно быстро обслужить; модифицированная система FIFO с приоритетом отгрузки в машины VIP-клиентов. Для ускорения процессов сборки и погрузки товара их необходимо разделить. Если в моменту прибытия транспортного средства на склад весь необходимый товар для погрузки уже собран в зоне отгрузки, нужные документы распечатаны, то время погрузки товара будет минимальным. Иное дело, если при сборке обнаруживается отсутствие необходимого для отгрузки количества товара или под погрузку подается машина с кузовом меньшего объема, чем суммарный объем отправляемого груза. С другой стороны транспортное средство может придти с опозданием или вообще не придти на склад и тогда весь собранный для погрузки товар будет загромождать зону отгрузки, мешая сборке грузов для других машин. Это требует дополнительного уровня ответственности от склада и транспортного предприятия. Оптимизируя процессы взаимодействия склада и транспорта, необходимо следить за тем, чтобы затраты уменьшались в совокупности для всей цепочки взаимосвязанных процессов.

Оптимизация и интенсификация процессов отгрузки и приемки товара на складе

Бутович О.М., Буховцова Д.О., Холупов О.В.
Белорусский национальный технический университет

Исследования показывают, что одним лишь приобретением погрузочной техники, без изменений в бизнес-процессах, проблему времени отгрузки и приемки не решить. При увеличении объемов, перерабатываемых складом грузов, необходимо выяснить, нельзя ли провести оптимизацию процессов и правильно перераспределить имеющиеся ресурсы. Для уменьшения холостого пробега погрузочной техники часто предлагается задействовать каждый погрузчик одновременно на погрузке и разгрузке товара. Нехватка погрузчиков ощущается на складе при пиковых нагрузках, а они редко совпадают в зоне приемки и отгрузки. Следовательно, необходимо продумать и внедрить механизм оповещения водителей погрузчиков, чтобы регулировать движение погрузочной техники. Применяв данное решение без перепланировки склада, можно столкнуться с пересечением транспортных потоков и даже с созданием пробок на пути складской техники. Интенсификация процессов отгрузки и приемки товара на складе требует синхронизации работы погрузочной техники. В противном случае общая скорость обработки грузов останется прежней. Если четко разделены и регламентированы процессы отгрузки и приемки, то контроль за сохранностью материальных ценностей будет проще. Какое бы решение по оптимизации и интенсификации процессов отгрузки и приемки не рассматривалось, необходимо производить оценку совокупных издержек и их изменение в сравнении с видимым положительным эффектом от преобразования.

Эксплуатация транспортных средств, оборудованных цифровым тахографом, на территории Республики Беларусь

Романовская Е.Г., Новик О.В., Холупов О.В.
Белорусский национальный технический университет

Эксплуатация тахографов должна осуществляться в соответствии с требованиями завода-изготовителя тахографа и нормативными правовыми актами Республики Беларусь. Тахографы, применяемые на транспортных средствах, зарегистрированных в Республике Беларусь, подлежат представлению на обязательную поверку в порядке, установленном Госкомитетом по стандартизации Республики Беларусь, в целях установления годности тахо-

графа к эксплуатации. Поверка тахографа осуществляется при его установке, после ремонта и периодически в процессе его эксплуатации. Положительные результаты поверки тахографа удостоверяются выдачей свидетельства о поверке тахографа и нанесением на тахограф знака поверки средств измерения. Свидетельство о поверке тахографа должно храниться у автомобильного перевозчика в течение срока его действия и предъявляться по требованию уполномоченных контролирующих лиц. При отрицательных результатах поверки тахографа выдается извещение о его непригодности к эксплуатации и такой тахограф должен быть сдан в ремонт. Замена аналогового тахографа на цифровой должна осуществляться в случае, если аналоговый тахограф в установленном порядке не прошел поверку после 16 июня 2010 г. В соответствии с Правилами дорожного движения водитель механического транспортного средства, оборудованного тахографом, обязан представлять по требованию сотрудников ГАИ, должностных лиц Транспортной инспекции Минтранса: при аналоговом тахографе – регистрационные листы; при цифровом тахографе – карточку водителя, распечатки с тахографа и предоставить доступ к тахографу. Из вышеизложенного следует, что если транспортное средство оборудовано цифровым тахографом, то при осуществлении перевозок вне зависимости от того являются ли данные перевозки международными или нет, водитель обязан использовать карточку водителя.

УДК 656.13

Обязанности держателя карточки цифрового тахографа

Бутович О.М., Буховцова Д.О., Холупов В.С.
Белорусский национальный технический университет

В соответствии с положениями постановления Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 16 июня 2010 г. № 46, держатель карточки цифрового тахографа обязан: соблюдать требования к порядку использования карточек, установленные ЕСТР; использовать карточку только по назначению; пользоваться только своей карточкой и не передавать ее третьим лицам; обеспечивать сохранность карточки, предохранять ее от воздействия высоких температур, сильного электромагнитного поля и физических повреждений; подать заявление на выдачу карточки не позднее 15 календарных дней после изменения данных, представленных в Транспортную инспекцию при получении действующей карточки; прекратить использование карточки водителя, если изменились данные о водителе, представленные в Транспортную инспекцию при получении действующей карточки; сдать ранее выданную карточку в Транспортную инспекцию при получении новой карточки (держатель карточки

сервисной мастерской – нанимателю в день увольнения), за исключением случаев, если срок действия ее истек; пользоваться карточкой мастерской только на территории сервисной мастерской, незамедлительно сообщать руководству сервисной мастерской о фактах повреждения, утраты карточки сервисной мастерской, выданной на его имя; в течение семи дней после установления факта повреждения, утраты карточки письменно уведомить об этом Транспортную инспекцию с указанием места и времени повреждения, утраты карточки (кроме карточки сервисной мастерской).

Необходимо отметить, что в случае умышленного приведения карточки водителя в неработоспособное состояние, связанное с наличием зафиксированных нарушений режима труда и отдыха в энергонезависимой памяти карточки, данную информацию можно восстановить из энергонезависимой памяти цифрового тахографа, а также при использовании специального оборудования с поврежденного микрочипа карточки.

УДК 656.13

Проблемы при приемке товара на складе

Новик О.В., Холупов В.С.

Белорусский национальный технический университет

Во время приемки товара основные конфликты возникают из-за долгой обработки груза на складе, в результате чего простаивает транспорт. Причин две: несогласованное планирование процессов складирования и транспортировки, длительный процесс разгрузки и приемки товара.

Очень часто водителя спешат сделать ответственным за все несоответствия между грузом, который он привез, и документами, в которых распланировался при загрузке машины. Предполагают, что при погрузке и разгрузке он будет выступать в качестве материально ответственного лица. Это возможно, если груз крупногабаритный и состоит из нескольких номенклатурных позиций. При небольших весогабаритных характеристиках товара водитель не может быстро и точно пересчитать погружаемый или разгружаемый товар по количеству и тем более сверить содержимое каждой коробки с маркировкой. Поэтому необходимо определить, какой уровень ответственности водитель может нести, и дать ему именно этот уровень. Таким образом решится проблема простоя транспорта. Остается самый затратный по времени этап: пересчет по количеству, приемка по качеству и оформление всех документов. Планировать поставки надо заранее, не допуская ситуации одновременной поставки товара от нескольких поставщиков. Необходимо выравнивать входящий на склад поток, чтобы отдел приемки был загружен все время примерно одинаково. Если на складе

приемка и отгрузка осуществляются с использованием одних и тех ресурсов, то выравнять отгрузку необходимо в целом для всего склада. При необходимости увеличения пропускной способности отдела приемки может быть запланировано совпадение времени работы двух смен на период приемки. Можно привлечь складских сотрудников из других отделов. Однако их целесообразно использовать только на разгрузке машин. Вышеизложенное свидетельствует, что нужно разделить процессы разгрузки и приемки и регламентировать работу транспорта.

УДК 004.9

Интерактивное построение графиков функций

Манжуров А.С., Нинкина Ю.Н., Мочалов В.В.

Белорусский национальный технический университет

Программа представляет собой комплексный пакет, позволяющий выполнять настройку вида отображения графиков, результатов расчета функций и выполнять обработку данных.

В качестве среды разработки использовались такие языки программирования как Borland Pascal и Delphi.

Рассмотрим программу, написанную в среде Delphi. Приложение имеет следующие области: ввод функций, построение графиков функций, настройки отображения результатов и графиков функций, область клавиш стандартных функций.

Программа позволяет осуществлять автоматическое масштабирование графика функции, а также перемасштабирование всех графиков при обработке новых функций. Стоит отметить наличие в программе модуля синтаксического разбора строк, благодаря чему возможен ввод нестандартных функций непосредственно в виде строки в поле ввода. Ввод функций осуществляется согласно синтаксису языка Delphi. Для удобства ввода функций и оптимизации работы в приложении возможна вариативность ввода (таблица 1).

Таблица 1 – Вариативность ввода функций

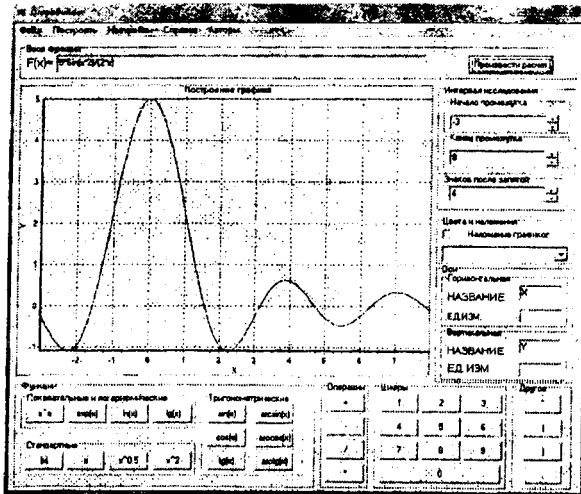
Функция	Синтаксис Delphi	Допустимый ввод
ax	$a*x$	ax
a^x	$\exp(x*\ln(a))$	a^x

В приложении реализовано подключение следующих сервисов:

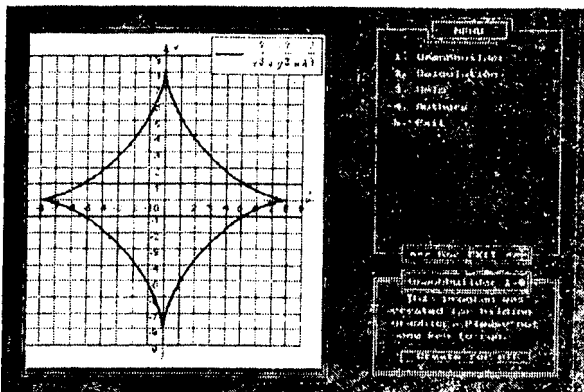
1. Сохранение выделенной пользователем области графика в одном из предложенных графических форматов.

2. Печать графиков.
 3. Интеграция с пакетом MS Office Excel.
 4. Сохранение, просмотр, печать полученных расчетов значений функции
 5. Локализация программного приложения. В данной версии преду-
смотрено 4 языка локализации.
 6. Построение графиков функций по значениям, заданным пользователем
- Программа направлена на решение наиболее часто встречаемых задач.

Пример работы программы, разработанной в Delphi



Пример на Borland Pascal



Литература

1. Архангельский, А.Я. Язык Pascal и основы программирования в Delphi: учеб. пособие / А.Я. Архангельский. – М.:ООО «Бином-Пресс», 2004. – 196 с.: ил.
2. Чиртик, А.А. Delphi. Трюки и эффекты / А.А. Чиртик, В.В. Борисок, Ю.И. Корвель. – СПб.: Питер, 2007. – 400 с.:ил.

УДК 656

Использование индивидуального такси для внутригородских поездок в условиях увеличения автомобилизации

Скупневская Е.Ю., Жукова А.С.

Уральский государственный экономический университет

Исследование проводилось в целях выявления тенденций использования индивидуального такси жителями г. Екатеринбурга для внутригородских поездок в условиях увеличения автомобилизации. В анкетировании приняли участие 120 человек разных возрастных категорий. Среди респондентов 55 мужчин и 65 женщин (45,8 и 54,2 % соответственно). Ошибки выборки составила 8,95 % при доверительной вероятности 95 %. Респонденты были разделены на 4 возрастные категории: 18–25, 26–45, 46–60, выше 60 лет.

Из числа опрошенных 22,5 % не пользуются индивидуальным такси. Основная доля женщин, не использующих такси, приходится на возрастные группы 18–25 и 26–45 лет и составляет 18,5 %. Среди отказавшихся от данной услуги мужчин (27,3 %) преобладают возрастные группы 18–25, 46–60 лет. Примечательно, что 59,3 % опрошенных, отказавшихся от использования такси, имеют личный автомобиль. Кроме того, не используют такси преимущественно автовладельцы, оценившие уровень своего достатка категориями: «хватает только на самое необходимое», «можем позволить себе что-то сверх необходимого».

Среди опрошенных женщин наиболее широко распространено использование такси в возрасте от 26 до 45 лет, что обусловлено высокой подвижностью женщин в данном возрасте, которое начинает увеличиваться в возрасте 18–25 лет, в связи с поступлением в университет, поиском работы, началом карьеры и прочее. В последующей возрастной группе высокая мобильность женщин связана с активностью в карьерной стезе. Кроме того, женщины в возрастной группе 26–45 лет имеют преимущественно высокий уровень достатка – 80,77 % данной возрастной категории могут позволить себе что-то сверх необходимого либо могут позволить себе многое, а среди женщин в возрасте 18–25 лет эта доля составила 94,74 %.

Такое явление может быть объяснено тем, что, как правило, женщины в указанном возрасте отчасти начинают работать, а в ином случае получают материальную поддержку со стороны родителей, поэтому не имеют финансовых затруднений.

Анализ использования такси мужчинами в возрастном разрезе позволяет выявить тенденцию снижения пользования данной услугой по мере увеличения возраста. Среди опрошенных мужчин 42,50 % личным такси пользуются в возрасте от 18 до 25 лет, которые в 58,82 % случаев удовлетворены своим достатком, но не имеют личный автомобиль. Затем 35,00 % категория мужчин в возрасте 26–45 лет, которые в 78,57 % случаев могут позволить себе что-то сверх необходимого либо не имеют материальных затруднений, а также в 71,43 % имеют личный автомобиль, что несколько снижает их потребность в услугах такси, но не отвергает его.

УДК 656

Искусственный интеллект как гарантия безопасности дорожного движения

Кузмицкий Д.В., Лукьянчук А.Д.

Белорусский национальный технический университет

Управление автомобилем требует от водителя предельной концентрации и огромных затрат мысленных способностей. При движении на высокой скорости, он вынужден принимать решения за доли секунды. Ошибки водителей становятся причиной дорожно-транспортных происшествий. Никто не застрахован от ошибок, поэтому автомобильные компании работают над созданием таких систем, которые смогут предвидеть и избежать ошибки водителя, и тем самым предотвратить ДТП.

Все автопроизводители стремятся сделать свои автомобили более умными, берущими на себя часть работы водителя. Отметим современные тенденции в развитии активной безопасности автомобиля:

Предлагаются системы, считывающие дорожную разметку с помощью видеокамер. Если вы пересекаете разметку, не включив при этом поворот, система подаст предупредительный знак. Это может быть звуковой или световой сигнал, вибрация руля либо небольшое натяжение ремня.

Системы предотвращения столкновения работают с помощью радиолокатора или сонара, встроенного в передней части автомобиля, который улавливает опасное сближение с впереди идущим транспортным средством. Система в автоматическом режиме начинает торможение, при этом автомобиль начинает издавать различные звуки и автоматически натягиваются ремни безопасности. Функция автоматического торможения активируется при обнаружении препятствия впереди.

ируется лишь в том случае, когда система определяет высокую степень вероятности столкновения.

Компания Daimler представила систему, которая сначала изучает манеру езды водителя. Затем, если система распознает утомление водителя, она информирует его о необходимости сделать остановку, чтобы немного передохнуть.

Компания Google разработала автомобиль, который может самостоятельно перемещаться по городским улицам. Управлять таким автомобилем может как человек, так и компьютер.

Автомобиль с искусственным интеллектом имеет ряд следующих преимуществ: безошибочно распознает дорожные знаки, разметку, светофоры, передвижение пешеходов и других участников движения; строго соблюдает скоростной режим и ПДД, мгновенно реагирует на нестандартную ситуацию, экономит топливо.

УДК 656.13

Система контроля за режимом труда и отдыха водителей при внедрении цифрового тахографа

Буховцова Д.О.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с требованиями Соглашения ЕСТР, в государственном участнике должна функционировать система контроля режимов труда и отдыха водителей автомобильных транспортных средств на основе применения цифрового тахографа, которая складывается из нескольких элементов.

1. Контроль режимов труда и отдыха водителей автомобильных транспортных средств.

Данный контроль должен проводиться работниками Транспортной инспекции и Госавтоинспекции как на линии, так и на предприятии.

2. Контроль за работой водителя со стороны автомобильного перевозчика.

Контроль осуществляется по информации, зарегистрированной цифровым тахографом и карточкой водителя. Для осуществления мониторинга соблюдения правил ЕСТР необходимо иметь непрерывную запись информации о режиме труда и отдыха водителя автомобильного транспортного средства. Она может быть получена путём перенесения информации из цифрового тахографа и карточки водителя в программно-аппаратный комплекс.

3. Контроль за работой сервисных мастерских.

Контроль проводится Минтрансом, Транспортной инспекцией и Госстандартом. Контролирующие органы должны приобрести специализиро-

ванное оборудование и программное обеспечение для считывания информации с цифрового тахографа и карточки водителя.

УДК 656.13

Системы ночного видения автомобилей для повышения безопасности дорожного движения

Державцева Е. В., Лукьянчук А.Д.

Белорусский национальный технический университет

Около половины ДТП происходят в ночное время суток, хотя на эти часы приходится лишь 20 % всех поездок. Основной причиной наездов на пешеходов в этом случае является их слишком позднее обнаружение водителем, когда ДТП уже невозможно предотвратить. Эту проблему помогают решить системы ночного видения.

Системы ночного видения применяются на автомобилях марок BMW и Mercedes-Benz. Они позволяют увеличить дальность видимости пешеходов в ночное время до 300 метров.

Приборы ночного видения работают в инфракрасном диапазоне оптического излучения, а особый блок – электронно-оптический преобразователь – превращает эти невидимые волны в доступное человеческому глазу изображение, возникающее на экране монитора.

Система, устанавливаемая на автомобиль, представляет собой тепловизор, видеокамера которого располагается в нижней части переднего бампера, две инфракрасные фары, камера ночного слежения, многоцелевая видеокамера, а также блок управления, который контролирует работу всех этих устройств.

Принцип действия системы ночного видения следующий: инфракрасные датчики обнаруживают пешехода, находящегося перед автомобилем, затем многоцелевая видеокамера определяет его точное местоположение и передаёт данные на блок управления, который принимает окончательное решение. Если человек находится в опасной близости – на него направляется яркий пучок света, образующийся путём преломления лучей фары дальнего света. При этом ослепление встречного автомобиля исключается, так как фара светит на правую обочину.

При движении автомобиля с включенным дальним светом фар, пучок света мигает 4 раза, а при использовании ближнего света фара непрерывно освещает пешехода в течение пяти секунд, чтобы не ослепить его.

Система ночного видения нечувствительна к фарам встречных автомобилей, сигналам светофоров и предметам со светоотражающей поверхно-

нию. Она особенно эффективна на загородных дорогах, в узких переулках и подземных гаражах с ограниченной видимостью.

Таким образом, внедрение систем ночного видения позволит увеличить видимость на дорогах в ночное время на 125 % и тем самым повысить безопасность пешеходов на дорогах.

УДК 656.11

Исследования условий возникновения парадокса Браесса в транспортных сетях

Белов А.В.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет (Россия)

Парадоксом Браесса называется явление, описанное в 1968 году немецким ученым Дитрихом Браессом (Dietrich Braess). Браесс привел пример простой сети состоящей из четырех дуг и четырех узлов, дуги сети имели свои функции определяющие стоимость проезда по ним в зависимости от величины потока (в зарубежной литературе обычно называемые Volume-delay function (VDF)). Суть парадокса заключается в различии между равновесным и оптимальным распределениями при добавлении пятой дуги.

Степень повышения стоимости до и после добавления участка сети называют коэффициентом Браесса или «ценой анархии» т.е. ценой отсутствия централизованного контроля над распределением потоков. Согласно зарубежным исследованиям данный парадокс не только теоретически выведенная особенность распределения потоков, но и реальное явление, обнаруженное в транспортных сетях крупных городов Европы и США. Величина этого коэффициента существенно зависит от типа функций VDF. Например, в исследовании SELFISH ROUTING автор T. Roughgarden установил, что для линейных VDF максимальная цена анархии составляет $4/3$ или $1,333\dots$, для полиномиальных зависит от степени полинома, а для произвольных может быть произвольно высока.

В данном исследовании поставлена задача определить значение коэффициента Браесса для нескольких типов VDF, наиболее часто применяющихся в современной практике транспортного планирования. Были выбраны следующие функции:

- Функция Бюро Дорог Общего пользования (BPR Function, США);
- Коническая функция, одна из применяемых в ПО VISUM (Германия);
- Функция Французского Национального Института Транспорта;
- Функция Акцелика (Akçelik Travel Function, Австралия);
- Функция, применяемая в ПО AIMSUN (Испания);

– Функция, применяемая в модели НИПИ ТРТИ (Санкт-Петербург).

Исследование проводилось на классическом примере – сети из четырех вершин и четырех дуг. Исследовалась величина коэффициента Браесса в зависимости от соотношения длин отрезков сети и уровня загрузки. Соотношения длин смежных отрезков принималось в пределах от 55/45 до 95/45, уровень загрузки от 0,1 до 1,5.

Максимальное значение коэффициента Браесса 1,89 наблюдалось при использовании функции Акцелика при уровне загрузки 0,55 и соотношении длин участков 90/10.

Следующим этапом исследования было определение наличия и степени парадокса Браесса при использовании микромоделей как наиболее адекватно описывающей процессы дорожного движения. Для этого также использовался программный комплекс AIMSUN. Моделирование проводилось для случая соотношения длин участков 75/25, т.е. участки отличались по длине в три раза, скорость движения на них составляла 50 км/ч, а дополнительный участок имел скорость 100 км/ч. Результаты показали, что парадокс Браесса возникает и при использовании микромоделирования движения транспортного потока, однако он не исчезает после превышения пропускной способности участка сети, как в случае равновесного распределения.

Таким образом, рассматриваемое явление может иметь место в практике транспортного планирования и оставаться незамеченным, поэтому необходимы дополнительные исследования для разработки методов его выявления в реальных транспортных сетях.

УДК 656.13

Обеспечение выполнения контроля за режимом труда и отдыха водителей с применением цифровых тахографов

Буховцова Д.О.

Белорусский национальный технический университет

Основные принципы, которые регламентируют управление данными цифровых тахографов и карточек водителей:

- автотранспортные предприятия отвечают за свои данные;
- автотранспортные предприятия являются ответственными за продажу данных;
- автотранспортные предприятия должны иметь возможность передавать данные, запрашиваемые органами исполнения, в установленные сроки.

Выводы, к которым пришли эксперты, работавшие над этими принципами, заключаются в следующем:

перенесение информации в программно-аппаратный комплекс является более предпочтительным, чем выдача распечатки;

для осуществления мониторинга соблюдения правил ЕСТР необходимо иметь непрерывную запись информации о режиме труда и отдыха водителя автомобильного транспортного средства;

перенесение информации из цифрового тахографа и карточки водителя должно быть обязательным.

В ЕСТР отсутствует четкое требование обязательного перенесения данных цифрового тахографа в программно-аппаратный комплекс.

Экспертами рекомендуется автомобильному транспортному предприятию использовать механизм синхронизации сразу, как только оно начинает эксплуатировать его перед постоянной или временной передачей контроля над транспортным средством другому предприятию.

УДК 656.13

Увеличение пропускной способности перекрестков в отношении левоповоротных потоков

Овчинников И.А.

Белорусский национальный технический университет

Значительное увеличение числа автомобилей привело к возникновению несоответствия между принципами организации дорожного движения и теми условиями, для которых эти принципы разрабатывались. В результате наблюдается рост тех проблем, решить которые стандартными методами не всегда возможно.

Так, на некоторых перекрестках Минска, чтобы осуществить левый поворот на разрешающий сигнал дополнительной секции светофора (а такие секции, как раз, и предназначены для улучшения условий проезда значительных левоповоротных потоков), автомобилю предстоит затратить 1–1,5 мин времени, при этом совершив 5–7 продвигений с полной остановкой.

Результатом проведенной работы явилась разработка принципиально новых способов организации дорожного движения в условиях ограниченных возможностей реализации дорогостоящих проектов.

Суть данного предложения состоит в более рациональном использовании проезжей части для выполнения тех функций, для которых она раньше не использовалась. Предлагается, с целью сокращения ожидания автомобилем левого поворота, примерно в два раза, задействовать часть встречной полосы, организовав в пределах данной территории реверсивное движение. Сказанное иллюстрируется следующим рисунком.

Начальная стадия



Конечная стадия

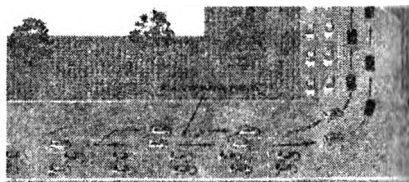


Рисунок – Организации движения на перекрестке с использованием реверсивного участка полосы

Стоимость технических средств регулирования, связанных с обеспечением работы реверсивного участка принималась в расчетах €1000 (обустройство зоны управляемых разметок и информационных объектов). Ожидаемый экономический эффект от внедрения данной системы на одном перекрестке, составит около €40 000 в год.

УДК 656.13

Увеличение пропускной способности полосы движения путем применения системы безопасного контакта (SSC)

Ефимец Е.И., Овчинников И.А.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день проблема пропускной способности дорог очень актуальна, особенно для крупных городов, где наблюдается постоянный рост числа автомобилей, а возможность расширения улиц и строительство многоуровневых транспортных сооружений просто отсутствует. В этой связи и был проведен поиск недорогих и эффективных решений.

В данной работе предлагается увеличить пропускную способность каждой полосы движения (особенно на перекрестках), путем сокращения дистанции между автомобилями при обеспечении достаточного уровня безопасности движения. Значительная дистанция между автомобилями это следствие влияния психофизиологических особенностей человека, который решает, в том числе, и задачу исключения контакта с другими автомобилями.

Разработанная нами конструкция позволяет решить данную проблему. При снижении скорости автомобиля ниже определенного значения приводятся в действие (способом опускания) специальные энергопоглощающие упоры, которые позволяют значительно смягчить результат контакта двух автомобилей. При этом автомобили создадут плотную колонну в ожидании разрешающего сигнала светофора. Во время разгона автомобили мо

гут начать движение практически одновременно, что позволит увеличить пропускную способность полосы движения, примерно, в 3 раза.

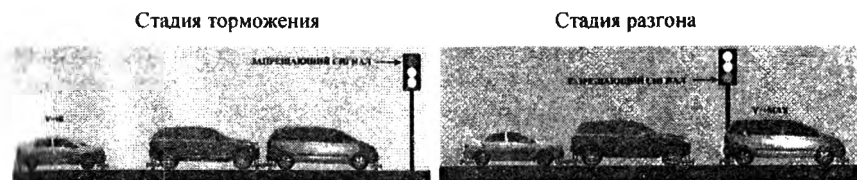


Рисунок – Проезд перекрестка автомобилями, оснащенными системой безопасного контакта (SSC)

Стоимость оснащения одного автомобиля данным устройством принялась в расчетах \$1000. Ожидаемая экономия от внедрения этой системы составит около \$14 000 в год на 1 автомобиль.

УДК 004.8.032.26

Моделирование транспортного потока с помощью клеточных автоматов

Войцехович О.Ю.

Брестский государственный технический университет

Имитационное моделирование дает возможность выполнения детального анализа явлений и проникновения в сущность исследуемого процесса. Для исследования транспортного потока была создана микроскопическая стохастическая имитационная модель. Количество прибытий автомобилей следует распределению Пуассона с параметром λ , где λ – среднее количество прибытий в единицу времени. Моделирование транспортных потоков было выполнено с помощью клеточного автомата (КА) [1,2]. КА – это модели, которые являются дискретными в пространстве, времени и переменных состояния. Чтобы описать состояние улицы с использованием КА, улица сначала делится на ячейки. Каждая клетка может либо быть пустой, либо быть занятой ровно одной машиной. Каждое транспортное средство характеризуется своей текущей скоростью v . Самый простой набор правил, который приводит к реалистичному поведению, был введен в 1992 году учеными Nagel и Schreckenberg [3]. Он состоит из 4 шагов, применяющихся одновременно для всех автомобилей.

Шаг 1: разгон

Все машины, не достигшие максимальной скорости v_{\max} ускорятся на одну единицу: $v \rightarrow v + 1$

Шаг: безопасная дистанция

Если у машины есть d пустых ячеек перед собой и ее скорость v (после шага 1) больше, чем d , то она уменьшает скорость до d : $v \rightarrow \min\{d, v\}$

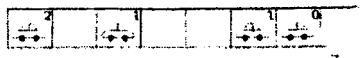
Шаг 3: эффект случайности

С вероятностью p , транспортное средство уменьшает скорость на одну единицу (если v после шага 2): $v \rightarrow v - 1$

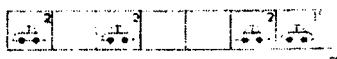
Шаг 4: езда

После шагов 1–3 новая скорость v_n для каждой машины n определяет продвижение на v_n ячеек: $x_n \rightarrow x_n + v_n$.

Конфигурация в момент времени t



а) Разгон ($v_{\max}=2$)



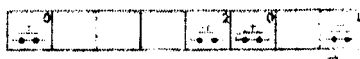
б) Торможение:



в) Эффект случайности ($p=1/3$)



г) Езда (=конфигурация в $t+1$)



Литература

1. Chowdhury, D. Statistical physics of vehicular traffic and some related systems / D. Chowdhury, L. Santen, A. Schadschneider // Physics Reports. 2000. – 329. – P. 199.
2. Wolfram, S. Theory and Applications of Cellular Automata / S. Wolfram // World Scientific. – 1986.
3. Nagel, K. A cellular automaton model for freeway traffic / K. Nagel, M. Schreckenberg // J. Physique. – 1992. – 2. – P. 2221.

УДК 656

О проблемах создания сети перехватывающих парковок в крупном городе

Дубяга А.А.

Уральский государственный экономический университет

Проблема автомобильных пробок в последние годы стала одной из самых актуальных проблем. Какие только предложения не обсуждаются сего-

ния: и движение автомобилей по крышам домов, и строительство автомобильных дорог над железными дорогами, и введение платы за въезд в центр. Одним из наиболее «земных» предложений является строительство перехватывающих парковок, под которыми понимается специальный вид открытой охраняемой автостоянки, предназначенной для временного хранения автотранспорта при условии, что водитель принял решение оставить свой автомобиль под присмотром и продолжить движение по городу на общественном транспорте. Так как создание перехватывающих парковок является в городах России новым делом, возникла необходимость проанализировать отношение населения к их организации. Объем квотной выборки в г. Екатеринбурге составил 81 человек, из них 33 женщины и 48 мужчин. Респонденты распределены по трем возрастным группам: молодежь (18–27 лет), средний возраст (28–45), старший возраст (46–50). Доверительная вероятность выборки составила 95 %, ошибка выборки 11,7 %.

Из 81 автомобилиста 26 являлись владельцами отечественных автомобилей (32 %) и 55 – владельцами иномарок (68 %). На вопрос об уровне доходов 18 респондентов (22 %) ответили, «хватает на самое необходимое», 38 (47 %) ответили «могу себе позволить что-то сверх необходимого» и 25 (31 %) ответили «материальных затруднений не испытываю». В опросе участвовали жители всех районов города и близь лежащих городов юны его влияния.

В ходе исследования были подтверждены следующие гипотезы:

1. В зависимости от уровня дохода отношение к использованию перехватывающих парковок будет меняться. Большее предпочтение им отдадут водители со средним уровнем дохода.

2. Большинство населения готово использовать перехватывающие парковки.

Опровергнуты следующие гипотезы:

1. Молодые водители скорее откажутся от использования перехватывающих парковок.

2. Водители иномарок скорее откажутся от использования перехватывающих парковок, а отечественных автомобилей скорее предпочтут использовать их.

Основные выводы из исследования: большинство населения готово использовать перехватывающие парковки и считают, что их строительство будет способствовать разгрузке улично-транспортной сети. Население не готово пользоваться услугой перехватывающих парковок при условии ее платности. Большинство горожан считают, что парковки необходимо разместить на въезде в город и внутри города. Наиболее предпочтительные виды транспорта для населения готового использовать ПП – это метро и

трамвай. Введения льгот на проезд в ГОТ позволит расширить долю населения, готового использовать перехватывающие парковки.

В ходе исследования было выявлено что наибольшие затраты времени на передвижение до центра города испытывают жители окраин Чкаловского, Октябрьского, Орджоникидзевогo и Железнодорожного районов.

В первую очередь перехватывающую парковку необходимо расположить у ст.м. проспект Космонавтов, тем самым «перехватывая» поток легковых автомобилей с направления В. Пышмы.

УДК 656

Повышение эффективности дорожного движения посредством координированного управления

Матеев Д.Д., Грабауров В.А.

Белорусский национальный технический университет

В современном мире происходит постоянный рост объема транспортного движения. Количество автомобилей растет ежегодно. Темпы роста автомобильного парка в Республике Беларусь одни из самых высоких в Европе. В результате чего растут требования к надежности, безопасности и качеству дорожного движения. Это требует внедрение все новых современных технологий в управлении дорожным движением. На сегодняшний день проблемы дорожного движения не могут быть решены специалистами какой-либо конкретной области науки. Они требуют комплексного изучения специалистов различных областей науки – физиков, математиков, программистов, транспортников, экономистов и др. Накоплен большой опыт исследования процессов движения. Однако перед каждой новацией в дорожном движении встанут определенные проблемы:

– транспортный поток нестабилен и многообразен, в результате чего одной из основных проблем является сбор объективных исходных данных о параметрах дорожного движения;

– критерии качества дорожного движения имеют ряд противоречий, необходимо повышать пропускную способность, но при этом сохранять ограничения скорости, надо увеличить количество парковок, но при этом запретить парковку на проезжей части, необходимо снижать аварийность в условиях постоянного роста автомобильного парка;

– необходимо учитывать долю хаоса в изменении как дорожных условий, так и дорожной ситуации в целом;

– при реализации инновационных проектов постоянно происходят неточности на этапе внедрения, что зачастую приводит к непредвиденным результатам.

Проблемы в дорожном движении Беларуси по сути не отличаются от проблем Европейских городов: ДТП, заторы, загрязнение окружающей среды, проблемы с парковками. Общеизвестные критерии качества дорожного движения также неизменны – низкая аварийность, безостановочный проезд, минимизация расхода топлива, уменьшение загрязнения окружающей среды.

Одной из составляющих общего решения данных проблем является обеспечение функционирования координированного регулирования на муниципально-дорожной сети на качественно новом уровне. На сегодняшний день данная проблема может быть решена внедрением современных технологий и новых адаптивных алгоритмов регулирования. В ходе исследований были изучены параметры дорожного движения на пр-те Партизанском, ул. Орловской и ул. Кальварийской до и после корректировки координированного регулирования.

УДК 656

Платные дороги: благо или вынужденная реальность?

Ваксман С.А., Вольская О.К.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Потребности России в дорожном строительстве в настоящее время не могут быть покрыты за счет государственных и муниципальных средств. Поэтому важным источником для развития дорожной сети является строительство платных автодорог с привлечением частного капитала. Для этого имеется нормативно-правовая база, в частности Закон. «О платных автомобильных дорогах».

В 2005 и 2010 годах проведены исследования отношения населения к строительству платных дорог. Анкета содержала характеристики респондента: пол, возраст, уровень дохода семьи. Далее респондентов просили указать количество автомобилей в семье, марки автомобилей, используемых респондентом, количество лет владения этой машиной. Наконец, респондента просили указать отношение к введению платных дорог, требования к ним, отношение к возможным способам оплаты проезда и доступный/желаемый размер платы за 10 км пробега, первоочередность строительства платных дорог – в городах или за городом.

В 2005 году в панельном исследовании принимали участие 89 респондентов, из которых 41 человек (46,1 %) отнеслись к введению платных дорог положительно, 28 человек (31,5 %) отрицательно и 20 респондентов не определились со своим мнением. В 2010 был опрошен 141 человек, из которых 78 человек (55,3 %) отрицательно относятся к введению платных

дорог, 35 человек (24,8 %) поддержали инициативу введения платных дорог, а 28 человек (19,9 %) затруднились ответить на поставленный вопрос.

В 2005 году наиболее противоречиво отнеслись к введению платных дорог водители, владеющие машиной до двух лет: в этом сегменте почти половина респондентов (48,8 %) поддержали идею.

Молодому населению удобнее оплачивать проезд по тарифу за 10 км дороги, что объясняется большей экономичностью оплаты. Взрослое население предпочитает единую ставку за весь маршрут, чтобы не вдаваться в сложные расчеты по оплате километров. В 2005 году обе категории респондентов склонились к единому тарифу, не зависимо от пробега по платной дороге.

Очень большое расхождение между результатами наблюдений по выбору места постройки платных дорог: и в 2005, и в 2010 гг. приоритетными признаны загородные платные дороги, однако старшее поколение начинает склоняться к первоочередному введению платности на дорогах города. Ранее в 2005 году молодое поколение «голосовало» за первоочередность постройки платных дорог внутри города.

УДК 656

Факторы выбора между общественным и личным транспортом

Кайбичева Е.И.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Цель работы: определить возможности увеличения числа потребителей услуг ГОТ за счет автовладельцев путем выявления предпочтений горожан в выборе между личным и общественным транспортом и уточнения факторов, влияющих на этот выбор. Квотная выборка респондентов распределена по трем возрастным группам: молодежь (18–29 лет), средний (30–54) и старший (55–74) возраст. При этом в выборочной совокупности сохранены пропорции между возрастными группами и соотношением мужчин и женщин (44 и 56 % соответственно), характерным для Екатеринбурга. В опросе (науч. рук. – канд. техн. наук С.А. Ваксман) приняло участие 97 человек, из которых 70 вошли в итоговую выборку, причем все респонденты имеют автомобиль (в т.ч. 4,3 % имеют по два автомобиля).

Несмотря на наличие собственного автомобиля, 81,4% респондентов пользуются общественным транспортом. При этом количество женщин, пользующихся общественным транспортом, превышает количество мужчин, причем 15,8 % – «постоянно», 38,6 % – «часто», а 45,6 % «иногда». Для женщин характерно либо постоянное использование ГОТ, либо использование время от времени (количество поездок в неделю не превышает 4); для

мужчин характерно частое использование. Частота использования ГОТ зависит от размера дохода населения и вида деятельности.

Доля женщин готовых пользоваться ГОТ составляет 66,7 %, в то время как мужчин – 38,7 %. Можно утверждать, что женщины более склонны, чем мужчины, переключиться на использование ОТ.

Среди условий, при которых респонденты готовы пересесть на общественный транспорт, можно выделить следующие (в порядке убывания количества, выбравших их респондентов): более низкие временные затраты, повышение комфортабельности ОТ, уменьшение интервала движения ГОТ.

Условия, при которых респонденты станут пользоваться ОТ, зависят от возраста и пола респондента. Привлечь респондентов разных возрастных групп к использованию ГОТ можно путем разработки и соблюдения четкого графика движения транспорта с приемлемыми интервалами движения, закупки новых более современных и удобных объектов подвижного состава.

Таким образом, при проведении маркетинговых работ для привлечения населения к пользованию ГОТ необходимо определить, какие группы населения возможно в первую очередь привлечь к использованию ГОТ (мужчины, женщины, их возрастные рамки, профессиональная деятельность и т.д.), выделить факторы, определяющие их выбор между ГОТ и ЧТГ, спрогнозировать готовность выбранной группы использовать ГОТ; выявить условия, при которых данная группа автовладельцев станет использовать ГОТ регулярно; определить те из них, на которые может повлиять городская власть, а на какие – предприятие-перевозчик.

УДК 656

Оценка необходимости защитных барьеров на станциях метрополитена

Пантелеева А.Л.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Метрополитен занимает важное место в транспортной системе крупного города. С каждым годом пассажиропоток растет и на станциях метрополитена Екатеринбурга возникают скопления людей. Это обстоятельство повышает опасность для пассажиров. Случается, что люди падают на пустое полотно станций, что ведет к травматизму, вплоть до летальных исходов. Для обеспечения безопасности пассажиров в метро применяются такие меры, как: яркая, светящаяся линия безопасности у края платформы; контролеры и дежурные на станции; сообщения о времени до прибытия поезда; сигнализация, срабатывающая при пересечении линии; возможность вызова помощи; таблички и плакаты, объясняющие, что делать, если что-то произошло; повышение общей, в т.ч. транспортной культуры гражд-

дан; использование регулировщиков, распределяющих потоки пассажиров защитные барьеры. Среди перечисленных мер, безусловно, самой радикальной и действенной является установка защитных барьеров.

Барьер безопасности – специальная перегородка, отделяющая пассажиров от тоннеля, снабженная автоматическими дверцами, открывающимися только при полной остановке поезда; может быть как непрозрачной, так и прозрачной, из ударопрочного стекла или пластика. Установка защитных барьеров имеет достоинства и недостатки. Из отрицательных аспектов выделяются следующие: сложность и высокие затраты в эксплуатации; снижение пропускной способности станции из-за того, что при остановке поезда приходится точно совмещать двери поезда с дверями станции, что приводит к увеличению времени стоянки; сложность установки на уже построенных станциях; ухудшение эстетической целостности станций скопление людей именно около дверей на станциях («пробки»); увеличение стоимости проездных билетов. Несмотря на перечисленные недостатки, у барьеров есть очевидные и неоспоримые преимущества: пассажиры и обслуживающий персонал станции полностью изолируются от движущихся поездов, путевого хозяйства и контактной сети; на пути не попадают посторонние предметы, мусор; закрытые станции дешевле в строительстве.

Автором проведено исследование оценки общественного мнения о необходимости установки защитных барьеров на станциях метрополитена. Проводились два вида опросов: 1) в виде анкеты, которая состояла из 10 вопросов (город места жительства, пол, возраст, как часто пользуетесь метрополитеном, услугами метрополитена каких городов вы пользовались, бывали ли вы на станциях с установленными защитными барьерами между пассажирской платформой и поездом, если «да», то в каких городах; нужно ли устанавливать защитные барьеры на станциях метрополитена и если «да» то почему; Ваши предложения, как обезопасить пассажиров метрополитена во время ожидания поезда?) – опрошено 90 респондентов; 2) опрос на сайте livejournal.com – респондентам предложено три варианта ответа на вопрос «Как вы считаете, нужны ли защитные барьеры в метро?»: да, нет, затрудняюсь ответить. В анкетировании приняли участие 90 респондентов, причем выяснилось, что респонденты пользовались услугами метрополитена разных городов – Екатеринбург, Киев, Минск, Москва, Новосибирск, Санкт-Петербург, Мюнхен, Прага, Рим.

Результаты анкетирования и опроса получились разными. В живом журнале большинство респондентов ответили, что не считают необходимой установку защитных барьеров на станциях метрополитенов, а среди респондентов, отвечавших на вопросы анкеты в Екатеринбурге, наоборот большинство считает, что барьеры устанавливать нужно. Результаты опроса (включая затруднившихся ответить) приведены в таблице.

Вариант	К-во	Доля	К-во	Доля
Живой журнал			Анкеты	
Да	130	39,6	56	62
Нет	183	55,8	14	16
Не затрудняюсь ответить	15	4,6	20	22
Итого	331	100	90	100

В результате исследования сделаны следующие выводы: 1) на старых станциях метрополитена продолжать работу по информированию пассажиров о правилах поведения в обычных и в чрезвычайных ситуациях, ввести должность дежурных контроллеров, которые будут следить за выполнением правил безопасности; 2) в проектах новых станций метрополитена планировать установку защитных барьеров по примеру Токийского метрополитена.

УДК 656

Параметры обслуживания легкового индивидуального транспорта в ЗАТО г. Озерск

Савин Н.К.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Всеобщая автомобилизация населения растет очень быстрыми темпами. Город Озерск в этом плане не является исключением. В связи с демократизацией общественных отношений и развитием рыночных отношений у населения появляются возможности для покупки индивидуальных автомобилей. Факт закрытости города не препятствует автомобилизации. Сейчас в городе на тысячу жителей приходится 347 автомобилей.

Автомобиль, для полноценной работы, нуждается в соответствующем обслуживании, осуществляемом техническими пунктами. Экономическая составляющая этого вопроса – затраты владельцев на обслуживание индивидуального транспорта. Для их выявления выполнено анкетное исследование (науч. рук. – канд. техн. наук С.А. Ваксман). В опросе приняли участие 40 автовладельцев, в т.ч. 41 мужчина (82 %) и 9 женщин (18 %). Возраст респондентов от 20 до 59 лет. Срок владения машиной от 1 года до 10 лет и более. В выбранной совокупности 25 человек владеют автомобилем отечественного производства и 25 иностранного, т.е. по 50 %. Женщин, владеющих автомобилем иностранного производства, 5, а отечественного – 4. Мужчин, владеющих автомобилем иностранного производства, 21, отечественного – 20. Получены данные о распределении респондентов по уровню достатка.

Услугами автомоек пользуются 42,9 % респондентов, владеющих отечественными автомобилями, и 57,1 % – зарубежными.

Среднее количество топлива, заправляемого за раз, у владельцев автомобилей иностранного производства больше, чем у владельцев автомобилей отечественного производства – соответственно, 27,2 и 18,7 литра (среднее равно 23 литра). Среди респондентов с высоким достатком автомобилей иностранного производства заправляют в среднем на 35,7 литров, а отечественные всего на 10 литров. В группе со средним достатком иностранные автомобили заправляют на 25,6 литров, а отечественные на 23,2 литра. В группе респондентов с низким достатком иностранные авто заправляют в среднем на 10 литров, а отечественные на 12,5.

Владельцы иномарок в большинстве пользуются услугами специализированных автосервисов – 50 %, в то время как, владельцы отечественных автомобилей предпочитают выполнять ремонт самостоятельно. Владельцы иномарок реже выполняют ремонт самостоятельно – 12 % от общего числа владельцев иномарок. Однако чаще владельцы отечественного авто используют услуги незарегистрированных автосервисов – 28 % для иномарок, 12 % для отечественных авто.

Владельцы авто отечественного производства в большинстве частично удовлетворены ассортиментом авто-магазинов города – 56 %. Владельцам импортных машин чаще приходится искать запчасти в других городах. В Интернете – 64 %, т.е. их спрос не удовлетворяется предложением автомагазинов города. Владельцам иностранных автомобилей чаще предоставляются услуги сервисов, в котором обслуживается авто – 12 %, а владельцам отечественных автомобилей реже – 3 %, т.к. средний возраст авто иностранного производства на 5,8 лет меньше, у автомобилей иностранного производства.

УДК 656

Об отношении молодежи к общественному и личному транспорту (на примере г. Екатеринбург)

Титовец А.Ю.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Общественный транспорт – пассажирский транспорт, доступный и востребованный к использованию, широкой публикой. Согласно узкому толкованию общественного транспорта, транспортные средства, относимые к нему, предназначены для перевозки достаточно большого количества пассажиров одновременно и курсируют по определённым маршрутам (в соответствии с расписанием или реагируя на спрос). Существуют различные

■ взгляды на взаимоотношения общественного и индивидуального транспорта: крайняя «автомобильная» точка зрения предполагает тотальную автомобилизацию населения и полное искоренение общественного транспорта как ненужного и создающего помехи в движении индивидуального транспорта; крайняя «антиавтомобильная» точка зрения полагает индивидуальный автомобиль безусловным злом. Решение транспортных проблем общества видится в развитии сетей общественного транспорта, предоставляющий членам общества уровень подвижности и комфорта, сравнимый с индивидуальным транспортом. В современной России, в силу экономической ситуации и менталитета определённых социальных слоев сформировалось стойкое недовольство общественным транспортом – состоянием подвижного состава, качеством предоставления услуги. Так как молодежь – важный субъект социальных перемен, огромная инновационная сила, а её мобильность является одним из наиболее необходимых условий, определяющих качество жизни и способствующих участию в общественной жизни, возникла необходимость выявить отношение молодежи к общественному и личному транспорту. Мобильность молодежи обеспечивается за счет доступа к общественному транспорту, основными пользователями которого и являются молодые люди. Объект исследования (науч. рук. – канд. техн. наук С.А. Ваксман) – молодежь г. Екатеринбурга от 18 до 25 лет (51 % женщин и 49 % мужчин): 75 % студентов, 12 % работающие, 3 % предприниматели и 10 % студенты, совмещающие работу и учебу.

Результаты анализа степени удовлетворенности молодежи работой ГОТ показали, что нет полностью удовлетворенных деятельностью общественного транспорта; 36 % неудовлетворены и еще 30 % скорее не удовлетворены. И только 22 % респондентов «скорее удовлетворены работой ГОТ, чем нет». Больше неудовлетворены работой ГОТ женщины. Исследованием выявлено, что молодежь отрицательно относится к работе общественного транспорта, к управлению им со стороны мэрии, не видит перспектив улучшения в будущем, что говорит о серьезных проблемах, которые сейчас стоят перед мэрией.

УДК 656

Исследование маятниковых миграций в агломерации «Большой Екатеринбург» по направлению «Ревда – Екатеринбург – Ревда»

Кайдуллина Л.А.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Городская агломерация – это пространство реальных и потенциальных взаимодействий, в пределах которого вписывается недельный жизненный

цикл большинства жителей современного крупного города и его спутниковой (пригородной) зоны, как правило, 1,5-часовой изохронной от границы города-ядра. Здесь складывается особая среда и особый режим обитания населения. Город Ревда входит во второй пояс агломерации «Большой Екатеринбург», т.е. находится в пределах от одного до двух часов транспортной доступности от Екатеринбурга (43 км). Основными транспортными средствами, которые используют для поездки в г. Екатеринбург, являются личный автомобиль, попутные автомашины, пригородный электрический транспорт, пригородные автобусы. Число маятниковых мигрантов колеблется около 5 тыс. чел.

Исследование проводилось методом анкетирования (науч. рук. – канд. техн. наук С.А. Ваксман), в котором приняли участие 138 постоянных жителей г. Ревда, в т.ч. 63 мужчины и 75 женщин четырех возрастных групп: 17–20 лет – 27 чел., 21–30 лет – 87 чел., 31–40 лет – 21 чел. и более 40 лет – 3 чел.

Основные проблемы, имеющиеся на основном для маятниковых мигрантов маршруте № 151, как отмечали респонденты, это сбои в расписании, задержки рейсов; недостаточно безопасный подвижной состав; неудобство для пассажиров на промежуточных остановках; недостаточная культура водителей и чистота в салоне автобуса; цена за проезд и способ оплаты. Предложения респондентов (помимо традиционных, связанных с увеличением количества подвижного состава на маршруте, контроля за техническим состоянием автобусов и соблюдением водителями культуры речи и правил дорожного движения) сводятся к увеличению количества остановочных пунктов в г. Екатеринбурге и пересмотру организации продажи билетов (ввести возможность покупки билетов заранее, ввод скидок или льгот для постоянно пользующихся пригородным автобусом, а также возможность бронирования мест дистанционно).

УДК656

Исследование пешеходных передвижений к объектам социального назначения в микрорайоне

Басаргина Е., Бондарева Е., Ваксман С.А.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Многие микрорайоны крупных городов были спроектированы и построены по устаревшим теперь градостроительным стандартам; тогда не могли быть учтены изменения условий жизни населения; до сих пор транспортные и пешеходные потоки (особенно во внутривортовых и внутриквартальных пространствах) не разделены и т.д. Сегодня возникла необ-

«... возможность в модернизации жилых районов с учетом оценки размещения объектов социального назначения. Авторами проведен социологический опрос, участие в котором приняли 110 человек; соотношение мужчин и женщин в выборке одинаково.

По данным опроса выявлено, что объекты эпизодического пользования посещают 52,7 % женщин и 49,1 % мужчин от числа опрошенных мужчин и женщин. На передвижение до объектов эпизодического пользования 22 % респондентов затрачивают от 20 до 40 минут, а 78 % опрошенных тратит более 40 минут, а. На передвижении до объектов эпизодического посещения 68 % мужчин готовы тратить от 20 до 40 минут, 47 % женщин готовы потратить более 40 минут.

Объектами периодического посещения пользуются 100 % респондентов. При этом почти все мужчины и женщины посещают больницы. Больше число женщин посещают торговые центры и аптеки, но спортивные комплексы посещают больше мужчины. Более 80 % женщин тратит на перемещение к периодическим объектам в среднем более 40 минут, в то время как мужчины в большинстве (56 %) тратят 20–40 минут на передвижение. Как ни желаемое время на перемещение к объектам данной группы большинство мужчин и женщин (более 50 %) указали временной интервал 20–40 мин.

Объекты повседневного посещения были представлены тремя видами: школа, детский сад, магазины шаговой доступности.

УДК 656

Исследование отношения населения к установке ограждений трамвайных путей

Сабирзянова С.В.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Одной из главных проблем любого крупного города России являются пробки. Существует много возможных способов для решения данной проблемы. Одной из мер является обособление трамвайных путей, применяемая в настоящее время в Екатеринбурге. Именно поэтому возникла необходимость выявить отношение населения к установке ограждений трамвайных путей (руководитель: канд. техн. наук Ваксман С.А.). Сбор информации проводился путем анкетирования. Количество респондентов составило 100 человек: 50 мужчин и 50 женщин в возрасте от 17 до 65 лет, с разным уровнем обеспеченности, занимающиеся различными видами деятельности.

На вопрос «Как вы относитесь к обособлению трамвайных линий путем ограждения?» большинство респондентов ответили положительно – 44 %, 29 % ответили против, и 28 % затруднилось с ответом. Отрицательно

ответившие респонденты обосновывали свое мнение опасением о том, что вырастет количество пробок, ограждения будут препятствием для снегоуборочных и мусороуборочных, коммунальных служб. Респонденты, отвечавшие положительно, аргументировали ответ тем, что количество пробок уменьшится, а также сократится число аварий. Исключив тех респондентов, которые затруднились ответить на вопрос, процент ответивших положительно выше на 20 % число тех, кто ответил отрицательно – соответственно 60 и 40 %. Среди водителей положительно относятся к обособлению трамвайных путей 41,7 %, а среди пассажиров ГОТ – 85,7 % (без учета затруднившихся с ответом).

В целом большинство респондентов положительно воспринимают обособление трамвайных линий с помощью ограждений. Мнение опрошенных зависело от пола (наибольший процент положительно – ответивших на поставленный вопрос – женщины), от возраста, от принадлежности категории участников дорожного движения (водители с более высоким стажем воспринимают эти изменения лучше, чем менее опытные водители). По мнению большинства опрошенных эффективность установки ограждения трамвайных путей может оцениваться как положительная мера. В будущем по-видимому, необходимо будет обособить маршруты общественного транспорта от проезжей части. Однако проблему организации и безопасности движения ГОТ необходимо решать комплексно, лишь тогда можно разгрузить УДС. При условии отсутствия пробок при передвижении на общественном транспорте, удобные маршруты и комфортабельный транспорт.

УДК 656

Исследование передвижений студентов на маршрутном такси от периферии к центру крупного города и оценка качества перевозок

Волкова С.В., Егоршина А.Л.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Для городского жителя передвижения составляют важную часть жизненного цикла. Транспортные системы городов развиваются в условиях непрерывного роста города. В связи с этим с увеличением затрат времени на передвижение необходимо повышать качество транспортного обслуживания населения и увеличивать разветвленность транспортной сети города.

Цель исследования – проанализировать передвижение студентов от периферии до центра на маршрутном такси и оценить качество перевозок. Количество респондентов составило 100, из них 60 женского пола. В ходе работы изучены реальные и желаемые затраты времени на передвижение частоты использования транспортного средства и предложения по улуч-

шению качества передвижения. По результатам опроса получены следующие результаты:

1) девушки (100 %) передвигаются из микрорайона Керамический в сторону центра города один раз в день; большинство юношей передвигаются по данному маршруту 1-2 раза в день;

2) из общего числа опрошенных 50 % девушек используют маршрутное такси от 1 до 3 раз в неделю, при этом 50 % юношей – от 6 до 10 раз в неделю;

3) большинство юношей (80 %) главным качеством маршрутного такси считают комфорт передвижения, большинство девушек (60 %) – отсутствие пересадок;

4) большинство опрошенных (80 % юношей и 50 % девушек) отметили, что они «скорее недовольны» затратами временем на поездку + «совсем не удовлетворены» оказались 30 % девушек и 10 % юношей. Среднее фактическое время составляет 41,6 минут при желаемом, равном 23 минуты;

5) анализ качества перевозок по 10-балльной шкале при поездке на маршрутном такси позволяет охарактеризовать работу маршрутного такси только как удовлетворительную.

Обобщение ответов респондентов по улучшению качества поездки от периферии к центру города показало необходимость введения скоростного ТОГ, экспрессного маршрута, конфигурация которого должна отличаться от существующих маршрутов.

УДК 656

Исследование рынка автомоек г. Екатеринбурга

Ильбахтина Т.И., Акиева Ю.В.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Одним из наиболее динамично развивающихся направлений сферы, обслуживающей автопарки городов, являются автомойки. В Екатеринбурге в 2010 г. уровень автомобилизации составил 320 автомобилей на тысячу жителей, что на 9,5 % больше, чем в 2009 году. Автомобили теперь используются круглогодично, еженедельно, ежедневно, увеличиваются их пробеги. Как следствие, возникают проблемы нехватки элементов инфраструктуры сети.

В столице Урала действуют 173 автомойки, еще 64 находятся в стадии согласования или строительства. Дефицит автомоек по расчету – 77 объектов. Учитывая повышенную потребность в данных услугах, «моечный» бизнес может быть весьма успешным. В среднем «купание железного коня» на новых клининговых комплексах с пропускной способностью 2-3 авто-

мобиль в час обходится в 250–300 рублей. По оценкам 50 % владельцы личного автопарка заезжают на автомоечные станции. Как правило, это мужчины в возрасте 24–45 лет, владельцы иномарок и новых автомобилей. Авторами выполнено анкетирование автомобилистов (науч. рук. С.А. Вакман). Респонденты (50 человек) распределены по трем возрастным группам: молодежь (от 18 до 27 лет), средний возраст (от 28 до 47 лет) и старший возраст (от 48 лет и старше). Для выявления частоты пользования автомойками анкетное обследование проведено раздельно по машинам зарубежного и отечественного производства.

Основными владельцами автомобилей остаются мужчины – 70 %, хотя доля женщин продолжает возрастать. Средний возраст мужчин, владеющих отечественными машинами, составляет 28 лет, а женщин – 30 лет, те же показатели только для владельцев машин зарубежного производства составляют для мужчин – 31 год, для женщин – 30 лет. Преобладающее большинство семей (14 %) с автомобилем отечественного производства имеют один автомобиль, 10 % семей имеют 2 автомобиля, но уже более двух имеют 2 %. Доля семей, имеющих один автомобиль зарубежного производства, составила 40 % общего числа; 32 % семей имеют два автомобиля; а доля имеющих более двух автомобилей – 2 %. Средний суточный пробег автомобиля составил 64 км. Услугами автомоек в весеннее время года пользуются 64% владельцев, осенью – 46 %, в летнее время года – 12 %, а зимой – только 4 %.

Менее 1 раза в месяц пользуются услугами автомоек 42 %, 1–2 раза в месяц также 42 %, 3–4 раза в месяц – 14 % и более 4 раз в месяц 2 %. Владельцы зарубежных автомобилей чаще пользуются автомойками: в среднем за год владельцы отечественных автомобилей посещают автомойку 26 раз, владельцы зарубежных автомобилей – 35,5 раза в год. Средний чек на услуги автомойки составляет 250 рублей.

УДК 656

Расходы домохозяйств крупного города на транспорт

Вакман С.А., Мурзин Р.Р.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Послекризисная ситуация оказала серьезное влияние на транспортные издержки домохозяйств (ДХ). Это потребовало нового исследования транспортных расходов домохозяйств. Средний размер домохозяйств составил 2,46 человек. Наибольшую долю в их общем количестве занимают ДХ из 3 человек (37,1 %), а наименьшую долю – из 4 человек (14,3 %).

Домохозяйства из одного человека практически не сберегают деньги, и, наоборот, домохозяйства из трех и четырех человек делают сбережения.

Наибольшая разница между удельным весом транспортных расходов в общем объеме доходов и расходов наблюдается у домохозяйств, состоящих из трех человек, а наименьшая – домохозяйств, состоящих из одного человека.

Среди опрошенных домохозяйств 31 % не имеют автомобиля, а 54 % имеют один автомобиль; общий уровень автомобилизации составляет 0,8; у домохозяйств с автомобилем данный показатель 1,21. Уровень автомобилизации на одного человека составляет 0,337. 29 % обследованных домохозяйств пользуются только ГОТ; 5 домохозяйств использует только личный транспорт (14 %); 57 % ДХ сочетают использование ГОТ и личного транспорта. Таким образом, наибольшая доля домохозяйств пользуется только городским общественным транспортом.

Дневные средние транспортные затраты домохозяйства составили 19,2 рублей: в рабочий день – 125,2 рублей, в выходной день – 53,1 рублей. Расходы на обслуживание личного автомобиля: наименьший – 9,2 % от общего объема доходов, а наибольший – 19,4 %. Наименьший удельный вес расходов на эксплуатацию автомобиля от общего объема расходов – 9,2 %, а наибольший – 21,4 %.

УДК 656

Влияние рекламы на безопасность дорожного движения

Большаков А.Л.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

В Екатеринбурге уже каждый третий житель имеет собственный автомобиль. Время, проводимое за рулем личного автомобиля постоянно увеличивается. В связи с этим стала заметна тенденция размещения рекламных объектов вдоль проезжей части. В данной работе проведены результаты опроса водителей транспортных средств Екатеринбурга с различным стажем и различного возраста по проблеме взаимосвязи между рекламой и безопасностью движения на УДС, причем под рекламой нами понимается рекламные щиты, вывески, макеты, плакаты, растяжки, информационные дисплеи, размещенные около проезжей части или над ней. Цель исследования – выяснить, как влияет реклама, размещенная на улицах Екатеринбурга на безопасность дорожного движения.

Анкета состояла из 16 вопросов. Опрошено 50 автомобилистов, распределенных по трем возрастным группам: молодежь (18–23 лет), средний (24–40) и старший возраст (41–52). В опросе приняли участие 29 мужчин и

21 женщина. Большинство опрошенных (62 %) используют личный автомобиль ежедневно.

Выдвинутые в начале исследования гипотезы были подтверждены лишь частично.

1. Молодые водители больше обращают внимание на рекламные объекты. Женщины обращают примерно столько же внимания на рекламные объекты, что и мужчины.

2. Более опытные водители отвлекаются на размещенные рекламные объекты, так же как и менее опытные водители. Однако с увеличением стажа вождения автомобилисты начинают более негативно относиться к размещенной рекламе вдоль проезжей части.

3. В зависимости от частоты использования автомобиля, суточного пробега, а также маршрута передвижения влияние рекламных объектов на водителей не изменяется.

4. Дисплеи, сильнее всего отвлекают водителей, затем неподвижные стенды, объекты, размещенные над проезжей частью и менее всего отвлекают водителей подвижные стенды.

5. Рекламные объекты в виде людей, животных и других предметов действительно создают иллюзию реальных объектов и отвлекают половину опрошенных водителей.

6. В ночное время суток мигающая реклама наиболее сильно отвлекает водителей.

При размещении рекламных объектов рекомендуется учесть мнение автомобилистов. А именно, размещать рекламу преимущественно на перекрестках, а также на трамваях и троллейбусах, в местах автостоянок и парковок и в местах длинных пробок.

УДК 656.02

Железнодорожный транспорт и современные тенденции развития пассажирских перевозок

Ходоскина О.А.

Белорусский государственный университет транспорта

Современные тенденции развития пассажирских перевозок базируются на инновационном пути развития каждого вида транспорта, без которого выполнение пассажирских перевозок носит все более убыточный характер (за последние десять лет убыточность железнодорожных пассажирских перевозок с 20 % достигла 70 %). Для преодоления данной ситуации целесообразно применять современные тенденции развития железнодорожных пассажирских перевозок, по которым в мировой практике накоплен суще-

ценный положительный опыт. Отдельные его элементы с высокой результативностью могут быть использованы на железнодорожном транспорте Республики Беларусь. К ним следует отнести:

- интеграция пригородных и городских железнодорожных перевозок в мегаполисе Минск и крупных городах Республики Беларусь, имеющих развитую железнодорожную инфраструктуру, соответствующую основным принципам планировки транспортных коммуникаций в застройке городов;

- вынесение из центра городов видов транспортной деятельности, не связанных с обслуживанием пассажиров;

- использование принципов логистики в сегменте пассажирских перевозок по видам сообщений является неотъемлемым элементом инновационного развития технической базы железнодорожных предприятий, занятых выполнением пассажирских перевозок;

- введение на железнодорожном транспорте Республики Беларусь нового формата выполнения пассажирских перевозок, который интегрирует в себе вышеуказанные пункты, и использование системы скоростного и ускоренного движения пассажирских поездов, что на порядок повысит уровень качества транспортного обслуживания пассажиров.

В условиях организации железнодорожных пассажирских перевозок на основании современного инновационного подхода и соответствующих принципов, применяемых в мировой практике, функционирования их в рамках логистической системы перевозок – перспективой их развития является повышение качества обслуживания пассажиров и эффективности работы системы пассажирских железнодорожных перевозок.

УДК 656

Разработка шаблона функции чтения данных с карточки водителя транспортного средства

Клешев Г.Д.

Белорусский национальный технический университет

Большинство крупных белорусских транспортных предприятий активно внедряют информационные технологии и имеют штатного программиста. Поэтому разработка собственного программного продукта осуществляющего считывание данных с карточек водителя является наиболее целесообразным. Одной из ключевых функций программного обеспечения по считыванию данных с карточки водителя – является функция чтения данных. Ниже приведен шаблон функции чтения данных с карточки водителя, написанный на C++ для операционной системы Windows XP.

```

LONG ReadBinary(SCARDHANDLE *hCard, LPBYTE
pbRecvBuffer, LPDWORD pcbRecvLength, LPDWORD pdwSW)
{ DWORD dwCounter = 0; DWORD dwRead = 300; DWORD lReturn = 0; BYTE abReadCommand[5] = {0x00, 0xB0, 0x00, 0x00, 0xFF}; BYTE abTmpBuff[300] = {0}; do { lReturn = SCardTransmit(hCard, SCARD_PCI_T1, abReadCommand, sizeof(abReadCommand), NULL, abTmpBuff, &dwRead); if (dwRead > 2 && dwCounter <= (*pcbRecvLength - dwRead - 2)) { CopyMemory(&pbRecvBuffer[dwCounter], &abTmpBuff[0], (dwRead - 2)) dwCounter += (dwRead - 2); abReadCommand[2] (BYTE)(dwCounter >> 8); abReadCommand[3] = (BYTE)(dwCounter & 0x000000FF); } if (dwRead == 2 && (abTmpBuff[0] == 0x6B || abTmpBuff[0] == 0x67 || abTmpBuff[0] == 0x6C)) { abReadCommand[4] = 0x00; dwRead = sizeof(abTmpBuff); lReturn = SCardTransmit(hCard, SCARD_PCI_T1, abReadCommand, sizeof(abReadCommand), NULL, abTmpBuff, &dwRead); if (dwCounter <= (*pcbRecvLength - dwRead - 2)) { CopyMemory(&pbRecvBuffer[dwCounter], &abTmpBuff[0], (dwRead - 2)); dwCounter += (dwRead - 2); abReadCommand[2] (BYTE)(dwCounter >> 8); abReadCommand[3] = (BYTE)(dwCounter & 0x000000FF); *pcbRecvLength = dwCounter; *pdwSW ((DWORD)abTmpBuff[dwRead - 2]) << 8; *pdwSW (DWORD)abTmpBuff[dwRead - 1]; break; } else { *pcbRecvLength -1; *pdwSW = ((DWORD)abTmpBuff[dwRead - 2]) << 8; *pdwSW (DWORD)abTmpBuff[dwRead - 1]; break; } } if (dwRead == 2 && (abTmpBuff[0] == 0x69 || abTmpBuff[0] == 0x90 || abTmpBuff[0] == 0x64 || abTmpBuff[0] == 0x65 || abTmpBuff[0] == 0x62)) { *pcbRecvLength = dwCounter; *pdwSW ((DWORD)abTmpBuff[dwRead - 2]) << 8; *pdwSW (DWORD)abTmpBuff[dwRead - 1]; break; } ZeroMemory(abTmpBuff, sizeof(abTmpBuff)); dwRead = sizeof(abTmpBuff); }while(true); dwCounter = 0; dwRead = 0; ZeroMemory(abReadCommand, sizeof(abReadCommand)); ZeroMemory(abTmpBuff, sizeof(abTmpBuff)); return lReturn; }

```

Предложенный шаблон можно дополнить элементами проверки результатов возвращаемых функциями, а также методами адекватной реакции программного обеспечения на возвращаемые результаты.

УДК 656.13

Оборудование для скачивания, хранения и анализа информации из цифрового тахографа и карточек водителей

Клещев Г.Д.

Белорусский национальный технический университет

Оборудование, входящее в программно-аппаратный комплекс, можно условно разделить на две категории: оборудование необходимое для резервного копирования данных и оборудование необходимое непосредственно для скачивания информации из цифрового тахографа и карточек водителей. Наиболее распространенным способом резервного копирования скаченной информации является запись архивов данных на жесткие носители, такие как CD-R, DVD+R, DVD-R. В качестве записывающего устройства может использоваться пишущий DVD-ROM привод.

Для систематизации процесса резервного копирования данных скаченных из цифрового тахографа и карточек водителей, целесообразно: разработать график резервного копирования данных с карточек водителей; разработать графика резервного копирования данных с цифровых тахографов; разработать график записи данных скаченных из цифровых тахографов и карточек водителей на жесткие носители информации; назначить ответственное лицо за соблюдение требований ЕСТР в части хранения и резервного копирования данных.

Проведенный анализ показывает, что для скачивания информации из цифрового тахографа может использовать следующее оборудование – Download Key II, D-Box, OPTAC Download Tool, TachoReader Combo, TachoReader Mobile, DIGIVU, DIGIFOBPRO, Digidown, Digidown Blue; а для считывания информации с карточек водителя – ACR38U, ACR38U-BMC, ACR30U-CFC, ACR30SP-CFC, SCR331, SCR3310, SCR335, SCR131, CardMan 3121, CardMan 3021, CardMan 3111, Teo by XIRING.

Скачивание информации из цифрового тахографа должно осуществляться не реже 1 раза в 365 дней, а с карточки водителя не реже 1 раза в 28 дней.

УДК 656

Мероприятия, проводимые в транспортном предприятии по внедрению системы цифрового тахографа

Новик О.В.

Белорусский национальный технический университет

Основными белорусскими субъектами хозяйствования, на которые распространяются положения и требования ЕСТР, являются белорусские транспортные предприятия. Процесс внедрения и использования системы

цифрового тахографа на белорусских транспортных предприятиях можно разделить на несколько этапов: приобретение программно-аппаратного комплекса; обучение персонала; выполнение требований ЕСТР и национального законодательства в части анализа и хранения данных.

Программно-аппаратный комплекс должен включать специальное программное и аппаратное обеспечение, которое позволяло бы осуществлять скачивание, хранение и анализ информации из цифрового тахографа и карточек водителей.

Одним из важных этапов внедрения системы цифрового тахографа является обучение персонала транспортного предприятия порядку эксплуатации и обслуживания цифрового тахографа. В связи с чем необходимо разработать инструкции: по работе с цифровым тахографом и карточкой цифрового тахографа; по работе с программным обеспечением.

Постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 16 марта 2007 г. № 17, тахограф внесен в перечень областей в сфере законодательной метрологии. Согласно этому постановлению на транспортном предприятии должен быть специалист ответственный за поверку тахографов. Периодичность поверки тахографов может уточняться нормативными правовыми актами Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь.

Внедрение системы цифрового тахографа на транспортном предприятии – длительный и сложный процесс, который предполагает наличие квалифицированных специалистов и соответствующей материальной базы.

УДК 656.13

Карточки цифрового тахографа

Бутович О.М.

Белорусский национальный технический университет

Одним из ключевых элементов системы цифрового тахографа является карточка цифрового тахографа. Карточки цифрового тахографа подразделяются на: карточки водителей; карточки транспортных предприятий; карточки мастерских; контрольные карточки.

В соответствии с приказом Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 18.09.2009 г. № 414-Ц, Транспортная инспекция Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь обеспечивает электронное и графическое оформление бланков карточек цифрового тахографа.

Перечень документов, необходимых для оформления карточек водителей изложен в Указе Президента Республики Беларусь от 16 марта 2006 г. № 152

Важный перечень и порядок приема документов могут уточняться дополнительными нормативными правовыми актами Совета Министров Республики Беларусь и Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Перечень документов, необходимых для оформления карточек транспортно-предприятия, мастерской и контрольных карточек, изложен в постановлении Совета Министров Республики Беларусь от 29 ноября 2007 г. № 1646.

В соответствии с переходными положениями ЕСТР, Договаривающиеся стороны принимают необходимые меры для обеспечения выдачи карточек водителя не позднее, чем за 3 месяца до даты истечения четырехлетнего переходного периода. Следовательно, Транспортная инспекция Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь после 16.03.2010 г. должна быть готова к выдаче карточек цифрового тахографа.

УДК 656

Тенденции и перспективы развития городского электрического транспорта в городах России разной крупности

Ижгузина Н.Р.

Уральский государственный экономический университет (Россия)

Городской пассажирский транспорт общего пользования (ГОТ), осуществляющий пока 85–90 % перевозок пассажиров в России, не выделен в самостоятельную отрасль. Несмотря на то, что качество работы ГОТ напрямую определяет качество жизни городского населения РФ (это 70 % населения), законодательно ответственность за организацию пассажирских перевозок переложена на муниципальные и региональные власти, отсутствует федеральное рамочное законодательство, определяющее цели и задачи развития ГОТ, порядок использования и развития его инфраструктуры (в т.ч. защита линий от неправомерного закрытия). Отметим, что во многих случаях у местной власти ощущается нехватка опыта и знаний, что привело к осуществлению транспортной политики, не соответствующей интересам развития ГОТ. В настоящее время в большинстве городов данная отрасль находится в тяжелом финансовом положении, что приводит к порочиванию систем ГЭТ, сокращению количества маршрутов, ликвидации хозяйств ГЭТ, полному отказу от их использования и т.д. В последнее десятилетие объемы перевозок на ГЭТ быстро сокращаются, особенно в крупных и больших городах с населением тенденции.

Сложившуюся ситуацию можно объяснить следующим образом. Так, в Финляндии в этот период было прекращено использование трамвайных сцепок из двух вагонов, ликвидированы трамвайное депо и некоторые трамвайные линии, упразднены трамвайные и троллейбусные маршруты. В Нижнем

Новгороде также происходило упразднение трамвайных путей, были демонтированы рельсы в Чернопрудском переулке, кроме того, троллейбусный маршрут города № 21 стал «фантомным» – он значился в списках департаментов, но на него не выходит ни один троллейбус. В Воронеже ГЭТ практически полностью был уничтожен.

УДК 656.13

Правовая основа внедрения системы цифрового тахографа в Республике Беларусь

Буховцова Д.О.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 ноября 1992 г. № 721, Беларусь присоединилась к международным договорам, регламентирующим перевозку грузов в международном автомобильном сообщении. Ратификация Европейского соглашения, касающегося работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (далее – ЕСТР) произошла 5 апреля 1993 г.

В целях обеспечения выполнения на территории Республики Беларусь ЕСТР, Советом Министров Республики Беларусь подписано постановление от 23 августа 2005 г. № 925. Этим постановлением Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь определено компетентным органом по выполнению соответствующих положений ЕСТР.

Последние изменения в ЕСТР были внесены 5 Поправкой, которые направлены на введение цифрового тахографа. Цель этих изменений заключается в согласовании ЕСТР с законодательством, принятым Европейским союзом в этой области. Пятая поправка вступила в силу 16 июня 2006 г.

Все новые положения ЕСТР, включая приложение и добавление IV к нему, становятся обязательными для стран, являющихся договаривающимися сторонами настоящего соглашения, не позднее чем через 4 года после даты вступления в силу относящихся к нему поправок в соответствии с процедурой, определенной в статье 21. Следовательно, транспортные средства, впервые введенные в эксплуатацию после 16 июня 2010 г., должны быть оборудованы контрольным устройством, отвечающим этим новым предписаниям, персонал транспортных предприятий готов к выполнению новых положений ЕСТР.

Роль организации дорожного движения на современном этапе развития населенных пунктов

Капский Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Дорожное движение осуществляется в сформировавшейся среде, сильно влияющей на его качество и отличающейся для каждого государства. Среда движения включает две основные составляющие – материальную и социальную. Материальная составляющая, или основа дорожного движения, – это транспортные средства и дороги (улицы) с их обустройством и техническими средствами регулирования. Социальная составляющая – это формируемые в основном организацией движения отношения между участниками движения.

Роль организации дорожного движения постоянно увеличивается по мере роста автомобилизации. Уже сегодня при достигнутом уровне насыщения автомобилями (около 320 автомобилей на 1000 жителей) недостатки в организации движения стали источником половины всех потерь в дорожном движении (в том числе в городах – до 75 %). Даже ее незначительные недостатки приводят к большим потерям.

Цель управления дорожным движением – качество дорожного движения, куда входит безопасность, как комплексная составляющая, включая физическую (аварийную), экономическую, экологическую и социальные составляющие. Стремление к данной цели будет способствовать сбалансированному управлению дорожным движением. Для достижения этой цели требуется разработать методологический документ «Руководство по регулированию дорожного движения» (в нем будут освещены следующие вопросы: какие цели преследовать, каким способом их добиваться, как принимать оптимальные решения, какими методиками руководствоваться и др.). Требуется проводить научные исследования, которые бы позволили установить зависимости аварийности от различных вариантов организации дорожного движения и иных факторов в условиях Республики Беларусь, что возможно в рамках отдельных заданий или выделения госпрограмм.

Организация дорожного движения является важнейшей подсистемой в системе дорожного транспорта, которая является подотраслью транспортной отрасли. Основными причинами неэффективной организации дорожного движения является отсутствие собственных структур управления как в системе дорожного транспорта, так и в подсистеме организации дорожного движения, а также отсутствие методологии управления дорожным движением. Методология предполагает минимизацию суммарных потерь при сбалансированном учете всех основных угроз – аварийной, экологической, экономической и социальной.

Создание программно-методического комплекса по расчету потерь на локальном перекрестке со светофорным регулированием

Капский Д.В., Врубель Ю.А., Мочалов В.В., Мозалевский Д.В.
Белорусский национальный технический университет

Разработана компьютерная программа «ОптиМКа» («OptiMKa») предназначена для определения экологических, экономических и аварийных потерь в движении транспорта на регулируемых перекрестках и оптимизации с использованием этих результатов параметров управления движением. Компьютерная программа позволяет определить экономические, экологические и аварийные потери, которые возникают при проезде транспорта через перекрестки и оптимизировать по критерию минимизации потерь параметры управления транспортными и пешеходными потоками, конструктивные параметры перекрестка и пр. Программа зарегистрирована в Национальном центре интеллектуальной собственности Республики Беларусь.

Одними из требуемых исходных данных являются геометрические параметры перекрестка. На сегодняшний день визуализация осуществляется путем сканирования плана инженерных сетей и перекрестка масштабом 1:500 и затем нанесения границ перекрестка ручным способом. Путем модернизации программы планируется выполнять сканирование и перевод изображения в графический формат для последующей практической работы в автоматическом режиме. Это необходимо для последующего автоматического получения требуемых для расчетов исходных данных о геометрических параметрах перекрестка и его обустройства (ширина проезжих частей пересекающихся или примыкающих улиц, ширина полос движения, ширина и длина направляющих островков или островков безопасности, радиусы закруглений кромок проезжих частей и т.д.), а также для последующей автоматической адаптации параметра в соответствии с требованиями действующих ТНПА (например, устройства заездных карманов соответствующей протяженности, длины отгонов, сокращением ширины разделительной полосы для соответствующих уширений левоповоротных полос или для стоянки автомобильного транспорта в широкой центральной разделительной полосе и пр.). Для составления базы исходных данных могут быть использованы базы данных САПР по организации дорожного движения МВД РБ. Компьютерная программа позволяет автоматизировать расчет экономических, экологических и аварийных потерь на регулируемых перекрестках, оптимизировать по критерию минимизации потерь параметры организации движения транспорта на регулируемых перекрестках, в том числе и конструктивные характеристики перекрестков.

Математическая модель взаимодействия транспортных потоков на нерегулируемом перекрестке

Рожанский Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Математическая модель предназначена для исследования условий движения транспортных средств при проезде четырехстороннего нерегулируемого перекрестка в случае наличия знака 2.5 «Движение без остановки запрещено». Рассматривается перекресток, на котором главная дорога имеет по две полосы для движения в каждом направлении, а второстепенная дорога – по одной полосе. Направление главной дороги на перекрестке не меняется. Алгоритм моделирования предусматривает поступление транспортных средств по главному и второстепенному направлениям в случайные моменты времени. Временные интервалы между автомобилями в потоках могут задаваться распределениями по экспоненциальному закону или закону Эрланга. Распределение скоростей движения в потоках главного направления описывается нормальным законом. Ускорение автомобиля второстепенного потока при проезде перекрестка моделируется как случайная величина, распределенная по закону Релея.

Автомобили главного направления могут поворачивать направо с первой полосы и налево со второй полосы. Автомобили второстепенного направления могут двигаться прямо, направо и налево. Распределение транспортного потока главного направления по полосам, а также доля право- и левоповоротных автомобилей обоих направлений задаются в исходных данных.

В алгоритме учтена возможность образования очереди не только из автомобилей второстепенного потока, но также и на главном направлении из автомобилей, ожидающих благоприятных условий для поворота налево.

Автомобиль второстепенного потока может проехать через перекресток при выполнении следующих условий. Во-первых, на перекрестке нет автомобилей гласного потока, ожидающих левого поворота. Во-вторых: въезд автомобиля второстепенного потока на участок пересечения полос проезжих частей возможен только после освобождения этого участка автомобилем главного потока, находящемся на перекрестке; автомобиль второстепенного потока, движущийся прямо, должен полностью освободить участок пересечения полос проезжих частей до того, как на участок въедет очередной автомобиль главного потока (если же автомобиль второстепенного потока выполняет поворот, то условие безопасности маневра состоит в следующем: после поворота скорость автомобиля второстепенного потока должна достигнуть скорости очередного автомобиля главного

потока, подъезжающего к перекрестку по той же полосе, до того как расстояние между автомобилями станет меньше допустимого.

Рассмотренная математическая модель позволяет определить условия при которых введение светофорного регулирования на перекрестке является целесообразным, а также оценить эффективность принятия решений по совершенствованию ОДД, в частности, при запрещении выполнения на перекрестке отдельных маневров.

УДК 656.13

Доказательства водителя по выполнению мер толерантности при осуществлении международных автомобильных перевозок

Романовская Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Доказать свое соответствие с правилами времени вождения и периодов отдыха водитель может путем предъявления распечаток цифрового тахографа. Процедура распечаток следующая:

1.1. В начале своего рейса водитель должен распечатать подробные сведения о транспортном средстве, которым он управляет, и вносит в эту распечатку:

1.1.1. Сведения, позволяющие идентифицировать водителя (фамилию и номер своего водительского удостоверения), проставляя, в том числе свою подпись.

1.1.2. Периоды, упомянутые в подпунктах b), c) и d) второго абзаца пункта 3 статьи 12 Приложения ЕСТР:

1.1.2.1. Все другие периоды работы.

1.1.2.2. Другие периоды нахождения на рабочем месте, а именно: время ожидания, т.е. период, в течение которого водители не обязаны оставаться на своих рабочих местах, иначе как для реагирования на возможные сигналы к началу или возобновлению вождения, либо к выполнению другой работы; время, проведенное рядом с водителем в процессе движения транспортного средства; время, проведенное на спальном месте в процессе движения транспортного средства.

1.1.2.3. Перерывы в управлении и периоды ежедневного отдыха.

1.2. В конце своего рейса водитель должен распечатать данные о периодах времени, которые зарегистрированы контрольным устройством, регистрировать любые периоды другой работы, присутствия и отдыха с того момента, когда в начале рейса была сделана распечатка, если эти данные не зарегистрированы тахографом, и указать в этом документе подробности, позволяющие идентифицировать водителя (фамилию и номер своего водительского удостоверения), проставляя в том числе свою подпись.

Меры толерантности по отношению к внедрению цифрового тахографа

Романовская Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

В апреле 2010 года состоялась внеочередная сессия Рабочей группы по автомобильному транспорту (SC.1), посвященная внедрению цифрового тахографа. Цель внеочередной сессии – утверждение предложений, выработанных на встрече «Специальной группы экспертов по внедрению цифрового тахографа Договаривающимися Сторонами ЕСТР, не являющимися членами ЕС».

Одним из ключевых решений данной сессии – утверждение мер толерантности предусматривающие возможность водителям транспортных средств, зарегистрированных в Договаривающейся стороне, которая не в состоянии выпустить карточки в течение срока, установленного в ЕСТР, использование транспортного средства с калиброванным цифровым тахографом без карточки водителя до тех пор, пока правительство не сможет выполнить эти требования, но не позднее 31 декабря 2010 года. Для реализации данного решения, разработаны следующие меры:

1. В случае, если Договаривающаяся сторона еще не выпускает карточки для мастерских, то транспортные средства, зарегистрированные в этой стране, должны быть откалиброваны в уполномоченной мастерской во время первого рейса, подпадающей под действие ЕСТР, в первой стране, через которую они проезжают и которая имеет возможность это сделать.

2. Водители, которые еще не получили свои карточки водителя от компетентных органов Договаривающихся сторон ЕСТР, должны быть в состоянии показать свое соответствие с правилами времени вождения и периода отдыха.

Данные меры толерантности в отношении обеспечения исполнения правил времени вождения и периода отдыха заканчиваются 31 декабря 2010 года.

Изменение принципов формирования единой политики автомобильных пассажирских перевозок в регионах Республики Беларусь

Михальченко А.А.

Белорусский государственный университет транспорта

Политика автомобильных пассажирских перевозок по всем видам сообщений сформировалась исторически в советский и постсоветский периоды со всеми присущими недостатками. В настоящее время автомобильные пассажирские перевозки в регионах страны носят откровенно затратный характер,

требующий постоянно возрастающих субсидий, покрывающих убытки автомобильных предприятий, занятых региональными перевозками.

Сохранилась интеграция перевозчика и заказчика региональных перевозок пассажиров, что при использовании убыточного механизма их выполнения ограничивает их развитие. На все разновидности выполнения пригородных перевозок пассажиров государственные субсидии с учетом современного развития экономики в стране выделяться не могут. Поэтому изменение принципов формирования единой политики автомобильных перевозок связано в первую очередь с организационными изменениями. При этом главным элементом является разделение функций между органами государственного управления и транспортным предприятием: транспортная деятельность предприятия определяется на основе требований социального стандарта для выполнения социально-значимых перевозок, а также технологических требований и технических условий для выполнения других видов пригородных автобусных перевозок их в регионе; финансовое обеспечение выручки и покрытия расходов транспортного предприятия за выполнение социально-значимых перевозок в региональном сообщении производится органом государственного управления, утвердившим социальный стандарт на его территориально-административной единице.

Новые принципы формирования единой политики автомобильных пассажирских перевозок в стране позволят поэтапно перейти на экономические методы регулирования конкуренции видов транспорта с рациональным использованием ресурсов государства на выполнение региональных автомобильных перевозок пассажиров с учетом ресурсного обеспечения только транспортной деятельности этих предприятий.

УДК 656

Влияние величины переходного интервала на решения, принимаемые водителями в зоне дилеммы

Ходоскин Д.П.

Белорусский национальный технический университет

Практически на всех регулируемых перекрестках (РПК) г. Гомеля при приближении к стоп-линии имеет место следующая зависимость $S_{\max} < S_{\min} < S_{\min.c}$ (где S_{\min} , $S_{\min.c}$ – минимальные расстояния до стоп-линии, при которых автомобиль остановится перед ней при использовании аварийного и служебного замедлений соответственно; S_{\max} – максимальное расстояние до стоп-линии, при котором автомобиль может проехать РПК в течение действия переходного интервала). Данная зависимость характеризует присутствие при подъезде к стоп-линии инертной зоны дилеммы. Эта зона

определяется следующим положением: водитель не имеет возможности безопасно проехать РПК за время действия переходного интервала (даже с учетом ускорения), так как находится на расстоянии большем чем S_{\max} и также не имеет возможности безопасно остановиться перед стоп-линией, так как находится на расстоянии меньшем чем S_{\min} . Как же поступают водители, попадающие в инертную зону дилеммы в существующих условиях (при величине переходного интервала равного $3s$)? Согласно первой части положения водитель, решивший ускориться и проехать РПК, будет проезжать часть него (или весь РПК) на красный сигнал светофора, что в свою очередь, может стать причиной межфазных столкновений под углом 90° с потоком автомобилей, начинающих движение. Во второй части подразумевается, что водителю для остановки перед стоп-линией необходимо применить замедление больше аварийного или же выехать на пешеходный переход, что в обоих случаях может привести к столкновению с ударом сзади или наездом на пешехода соответственно. Этими последствиями и характеризуется влияние инертной зоны дилеммы. Как же избежать этих последствий и минимизировать остановки с замедлениями близкими к аварийному? Автором предлагается увеличить переходной интервал. При этом увеличится расстояние S_{\max} и возникнет ситуация описываемая зависимостью: $S_{\min} < S_{\min.c} < S_{\max}$. В данном случае имеют место уже две зоны дилеммы, но обе они будут являться активными. попав в которые у водителя есть возможность, как остановиться с замедлением существенно меньшим, чем аварийное, так и проехать РПК с ускорением. Как раз последняя возможность представилась водителям, находящимся на расстояниях S_{\min} и даже $S_{\min.c}$ до стоп-линии потому, что увеличилось значение переходного интервала.

УДК 656

Определение зоны дилеммы при подъезде к регулируемому перекрестку

Ходоскин Д.П.

Белорусский национальный технический университет

Наиболее приемлемым и обширным методом для исследования механизма столкновений с ударом сзади является метод зоны дилеммы. Эта зона наиболее часто возникает у водителя, когда он, находясь на некотором расстоянии от регулируемого перекрестка (РПК), видит, что для него мигорают желтый сигнал и в данной ситуации ему необходимо сделать выбор между остановкой и проездом РПК с ускорением.

Одним из основных, но так и не решенных вопросов в данном методе является вопрос о способах определения местоположения зоны дилеммы. На сегодняшний день в зарубежных работах посвященных данному методу так и нет единого мнения о ее местоположении. В этих работах оно определяется тремя способами. Первый – начальная точка характеризуется тем, что в ней при загорающемся желтом сигнале 90 % всех водителей останавливаются перед стоп-линией, а конечная – тем, что 90 % всех водителей проезжают перекресток схода (соответственно только 10 % водителей остановятся). Второй способ: начало зоны дилеммы, характеризуется тем, что 85 % всех водителей останавливаются перед стоп-линией в том случае, если у них в распоряжении есть 5 секунд и более до стоп-линии. Конец зоны дилеммы характеризуется точкой, в которой 85 % всех водителей проезжают перекресток, при этом в их распоряжении менее 2 секунд до стоп-линии. Третий способ: некоторые исследователи при определении начала зоны дилеммы базируются на соблюдении безопасной остановочной дистанции, которая главным образом зависит от скорости подхода автомобилей к перекрестку.

Автором в ходе диссертационного исследования двух зависимостей временного интервала между автомобилями от скоростей лидирующего и ведомого автомобилей (на разных расстояниях до стоп-линии: при пересечении, 50 м, 100 м, 150 м), также было выявлено, что с помощью данного исследования можно примерно определить искомое местонахождение. Изучив разбивку этих зависимостей по временным и скоростным диапазонам, а также размах и характеристики распределения искомых параметров было обнаружено, что: однотипная зависимость временного интервала от скорости (например, лидирующего автомобиля) начинает формироваться с расстояния в 100 м до стоп-линии; максимальные величины размаха и характеристик распределения на 50 м в совокупности позволяют утверждать, что с данного расстояния и до пересечения стоп-линии образуется зона с большой вероятностью столкновений с ударом сзади. Естественно, что здесь и расположена зона дилеммы.

УДК 656.13.05

Разработка модели оценки аварийности, возникающей на регулируемых перекрестках в конфликтах с участием пешеходов

Капский Д.В., Коржова А.В.

Белорусский национальный технический университет

Выполнены исследования конфликтного взаимодействия транспортных и пешеходных потоков на регулируемых перекрестках населенных пунктов Республики Беларусь. Исследования проводились на четырехсторонних и Т-образных перекрестках стандартной конфигурации.

Выделялись три режима конфликтного взаимодействия: межфазный конфликт «транзитный транспорт–пешеход», когда происходит передача приоритета на движение от транспортных к пешеходным потокам и наоборот), внутрифазный (конфликт «поворотный транспорт–пешеход», когда в одной фазе может осуществляться конфликтное движение лево- и правоповоротных транспортных потоков с пешеходами, переходящими проезжую часть по пешеходному переходу на разрешающий сигнал светофора) и нерегулируемый (когда светофорный объект работает в режиме «желтое мигание» или светофорная сигнализация выключена – в этом случае допустимы конфликты «транзитный транспорт–пешеход» и «поворотный транспорт–пешеход»).

Также в процессе исследования конфликты разделялись не только на вышеприведенные типы, но и виды, а именно: «правоповоротный транспорт–ближний пешеход» (по отношению к границе пешеходного перехода), «правоповоротный транспорт–дальний пешеход», «левоповоротный транспорт–вошедший пешеход» (по отношению к направлению движения пешехода по пешеходному переходу – движется на встречу автомобилю), «левоповоротный транспорт–завершающий пешеход» (движется спиной к поворачивающему автомобилю), причем все виды конфликтов разделялись по месту расположения пешеходных переходов относительно входов и выходов на перекресток по ходу движения автомобиля (например, ближний – на входе в перекресток, и дальний – на выезде с перекрестка пешеходные переходы).

По результатам исследования получены данные по аварийности на исследуемых 213 перекрестках, а также по числу конфликтных ситуаций отдельно по детальным видам конфликтов с учетом степени тяжести (они разделены на легкие конфликтные ситуации, а также на тяжелые конфликты и конфликты средней тяжести).

УДК 656.13.02

Анализ эффективности организации автомобильных перевозок

Алексеев В.Г., Попов М.В.

Восточноукраинский национальный университет
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Анализируя такие важнейшие показатели как эффективность и результативность транспортной работы, перевозчики все чаще стали обращаться к международному опыту.

Благодаря своему геостратегическому расположению Украина может быть выгодным мостом для транзитных перевозок грузов между государ-

ствами Европы, Азии и Ближнего Востока, что, безусловно, приведет к росту товарообменных операций между сотрудничающими странами.

Географию международных автоперевозок, осуществляемых украинскими операторами в 2009 году, значительно усугубило экономическое положение в стране. Грузопотоки массово переориентировались с европейского на восточное и юго-восточное направления, что обусловлено более высокими тарифными ставками на восточном направлении, чем на западном и создание Европой жестких барьеров для въезда авто, не отвечающих ее экологическим требованиям.

Резервом повышения эффективности являются: сокращение количества потерь при объединении мелких перевозчиков в группы внутри страны, внедрение передовых технологий перевозочного процесса, развитие терминальных систем и транспортно-экспедиционных услуг, навигационных технологий в управлении автомобильным транспортом.

Немаловажным фактором повышения результативности является автоматизация процессов логистической цепи, которая обеспечивает высокую скорость прохождения грузов и минимизацию издержек, связанных с обработкой грузов. Возможность автоматизации работы с товарами нескольких владельцев, поддержка учета и автоматизации внутрискладских и межскладских трансферов, квотирование складских операций - это, действительно, ключевое преимущество получаемых результатов.

УДК 629.113

Определение площади придорожных автосервисных предприятий для обслуживания автопоездов

Кравченко А.П., Дуда Д.В.

Восточноукраинский национальный университет
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

В Украине работает около 5000 станций технического обслуживания от полулегальных «ремзон» до фирменных технических центров, которые принадлежат официальным дилерам. При этом отсутствует сегмент придорожных универсальных сервисов - многопрофильных станций, которые готовы быстро и качественно обслужить автомобиль любой марки и любого размера в соответствии с требованиями завода-изготовителя.

Проведенное специалистами консалтинговой компании Advising Vibeau исследование для "легкового автосервиса" показало, что при площади равной 500 - 900 кв.м., возможно фактически избежать простоев оборудования и эффективно использовать производственные помещения

В таких автосервисах по назначению используется свыше 80% рабочего времени и рентабельность инвестиций в них является оптимальной.

С развитием сети международных транспортных коридоров, увеличением количества подвижного состава и возможностью пересмотра законодательства в сторону увеличения длины автопоездов (по примеру скандинавских стран) необходимо быть готовым к обслуживанию нового поколения транспортных средств.

С целью разработки рекомендаций по проектированию (или реконструкции) автосервисных предприятий вдоль автомагистралей выполнен анализ факторов, влияющих на площадь земельного участка автосервиса. Было выявлено, что за оптимальную площадь для мощностей придорожного "грузового автосервиса", в первом приближении, можно принять 2500 - 4500 кв.м, которых должно быть достаточно для помещений 10-15 постов.

Тогда общая площадь будет равна 7500 - 13500 кв.м, т.к. по нормативам зарубежных автокомпаний автосервис должен занимать только треть земельного участка. Незастроенная площадь предназначается для стоянки автомобилей сотрудников, поврежденных и отремонтированных автомобилей, сборника отходов и резерва с учетом развития мощностей.

УДК 681.3.01

Метод количественной оценки транспортных потребностей АТП с использованием временной функции*

Панайотов К.К.

Восточноукраинский национальный университет
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Для определения степени удовлетворения транспортных потребностей при перевозке угольной продукции необходимо иметь количественный измеритель транспортной потребности (совокупности частных потребностей множества обслуживаемых потребителей) и норматив, сравнение с которым позволяло бы оценивать степень удовлетворения потребности.

В качестве измерителя предложено использовать временную функцию транспортных потребностей (ФТП) - $w_i(t)$. При этом транспортная потребность i -й транспортной связи будет определяться: текущим уровнем запаса данного груза; интенсивностью i -го грузопотока; допустимым (максимальным и минимальным) уровнем запаса данного груза у отправителя и получателя. Совместное рассмотрение данных величин позволяет определить оптимальный интервал доставки (t_1, t_2) и оптимальную партию доставки Q_i для i -й транспортной связи.

При использовании метода желательно фиксирование величин (один раз в час), потребность будет измеряться в - т/ч.

Границы оптимального интервала доставки (t'_i, t''_i) , на котором строится ФТП, позволяют определить диапазон допустимых значений величин транспортной потребности, который может выступать в роли норматива. Следовательно, появляется возможность количественной оценки степени удовлетворения каждой транспортной потребности.

Применение ФТП в виде формализованного представления транспортной потребности конкретной транспортной связи в составе математической модели позволит сократить страховые запасы продукции на складах структурных подразделений, обеспечить возможность оперативного отслеживания, ранжирования и своевременного удовлетворения нестабильного в течение суток множества потребностей.

**Работа выполнена под руководством Кравченко А.П.*

УДК 681.3.01

Оптимизация перевозок в автотранспортной системе города*

Верительник Е.А.

Восточноукраинский национальный университет
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Обеспечение своевременной доставки грузов особенно важно для внутригородских перевозок, когда речь идет о небольших партиях товаров, которые необходимо доставить в большое количество магазинов, расположенных в разных частях города. На первое место здесь выходит правильная организация маршрутов.

Такого рода задачи можно решить с помощью задач комбинаторной оптимизации. Для решения задачи с помощью компьютерного обеспечения необходимо спланировать работу программы. Для этого первоначально был составлен алгоритм моделирования организации перевозочного процесса:

- формирование базы данных, включающей сведения о количестве транспортных средств, их типе и грузоподъемности, количестве отправителей и получателей груза и др.;
- на основе полученной информации определение схемы организации перевозок;
- проверка условия: использование схемы “многие ко многим”. Если условие выполняется, то решается транспортная задача.

Критерием оптимальности в транспортной задаче могут выступать транспортная работа, затраты времени на доставку или стоимость перевозок.

На последующем этапе определяют, по каким маршрутам – маятниковым или развозочным – будут осуществляться перевозки. Далее проверяется условие: используется ли при перевозке груза схема “один к одному”. Если условие не выполняется, то перевозка осуществляется по схеме “один к многим”, которая требует решения задачи маршрутизации. На последней фазе алгоритма определяется соотношение смоделированных изменений времени нахождения автомобилей в рейсе с требованиями клиентов по срокам доставки грузов.

Таким образом, предлагаемая иерархия моделей позволяет реализовать единый подход к формализации методов решения задач управления в транспортной логистике.

**Работа выполнена под руководством Кравченко А.П.*

УДК 65.012.34(045)

Перспективы развития региональной транспортной системы Луганской области

Кравченко А.П., Медведев Е.П.
Восточноукраинский национальный университет
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Геополитическое положение позволяет использовать её для транзитных (или) международных перевозок со странами дальнего и ближнего зарубежья.

Выгодное географическое расположение, близость источников сырья и рынков сбыта продукции, развитая сеть транспортных коммуникаций, высокая плотность населения дают области преимущества перед другими регионами страны. Примером этого является прохождение через её территорию Европейских маршрутов Е50 (Париж – Прага – Брно – Ужгород – Мукачево – Хмельницкий – Умань – Днепропетровск – Донецк – Ростов – Армавир) и Е40 (Брюссель – Дрезден – Краков – Львов – Житомир – Киев – Харьков – Луганск – Волгоград). К данным трассам примыкают две украинских автодороги международного значения – М-03 (Киев – Харьков – Луганск – государственная граница с Россией, на Ростов-на-Дону), М-04 (Знаменка – Луганск – государственная граница с Россией, на Волгоград).

В области функционирует 12 международных пограничных автомобильных пунктов пропуска, обслуживающих транзитные грузопотоки, ко-

торые следуют в Российскую Федерацию, страны Северного Кавказа, а также в прикаспийский регион, Среднюю Азию, Китай, Индию и – в обратном направлении.

Рассматривая особенности транспортной системы Луганской области, с точки зрения увеличения пропускной способности транспортных средств возникает необходимость создания региональных логистических центров по управлению транзитными перевозками, имеющего в своём подчинении диагностические комплексы для диагностирования автотранспортных средств, их обслуживания и ремонта, обеспечения отдыха водителей на пунктах перехода.

Совершенствование региональной транспортной системы обеспечит высокий уровень развития логистического сервиса и транспортно-логистической инфраструктуры области.

Экономика и управление на транспорте

Методология расчета квот на международные грузоперевозки

Ивуть Р.Б.

Белорусский национальный технический университет

Расчет квот осуществляется на принципе взаимности территориальности стран с учетом специфики и интересов договаривающихся стран.

Каждая страна-член (ЕКМТ) имеет базовую квоту разрешений, которая рассчитывается с учетом следующих факторов:

- объема валового внутреннего продукта и его годового прироста;
- численности населения и размера площади территории страны;
- объема торговли товарами (экспорт + импорт) и др.

Квота, с учетом рангов страны, рассчитывается по следующей формуле:

$$x = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \dots + w_n x_n}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n},$$

где x_1, x_2, \dots, x_{10} – ранг каждого отдельного критерия;
 w_1, w_2, \dots, w_{10} – вес критерия.

Дальнейшее распределение квот происходит с учетом переводных коэффициентов и бонусов в зависимости от экологических требований, предъявляемых к транспорту (таблица).

Таблица

*Переводные коэффициенты, учитывающие экологические требования,
предъявляемые к автомобилям*

Экологический стандарт	Значение переводного коэффициента и бонуса по годам							
	2007		2008		2009		2010	
	коэф.	бонус	коэф.	бонус	коэф.	бонус	коэф.	бонус
Евро-1	1		0					
Евро-2	2		1					
Евро-3	6	20%	6	10%	4	40%	4	20%
Евро-4	6	40%	6	40%	6	40%	4	20%
Евро-5					6	40%	6	40%

После применения к базовой квоте переводных коэффициентов определяется общее количество годовых разрешений ЕКМТ для каждой страны.

Повышение эффективности финансовых средств, направляемых на проведение предрейсового медицинского осмотра водителей автомобилей

Овсяников В.П.

Белорусский национальный технический университет

Одним из путей совершенствования профилактической работы с участниками дорожного движения может быть проведение мероприятий по замене предрейсового медицинского осмотра водителей на медицинский осмотр водителей, осуществляемый непосредственно на линии, в передвижных медицинских пунктах.

Необходимость данного предложения обоснована следующим:

1. Соотношение автомобилей по принадлежности постоянно меняется в сторону увеличения автомобилей в личном пользовании от 78,0% - личных в 2000 году, до 85,9 % в 2009 году, и соответственно уменьшается с 22,0% до 14,1% автомобилей организаций.

2. Соотношение ДТП по вине водителей, находившихся в нетрезвом состоянии постоянно увеличивается, от 13,9 % в 2006 году до 19,2 % в 2009 году. Также увеличивается и ДТП по вине водителей автомобилей в личном пользовании от 14,8% - в 2006 году, до 21,0% в 2009 году.

Водителей, которые при выезде на линию проходят предрейсовый медицинский осмотр, не более 16-20%, остальные 80% водителей ежедневно на дорогах это индивидуальные владельцы транспортных средств, не проходящие предрейсовый медицинский осмотр.

Одним из решений данного вопроса может быть создание республиканского унитарного предприятия по организации и проведению медицинских осмотров водителей на линии. Предполагается, что одновременно в разных районах Республики будет круглосуточно без выходных работать до 150 передвижных наркологических пунктов. Важно не ужесточение наказания, а неотвратимость его. Уже на уровне подсознания водитель должен чувствовать, что он находится под постоянным контролем.

Предварительные расчеты показывают, что для финансирования содержания персонала и транспортных средств потребуется около 90-120 млрд. руб., что вполне можно решить введением ежегодного сбора с каждого водителя в размере 40-50 тыс. руб. на обеспечение безопасности дорожного движения, либо перенаправление финансовых средств организаций затрачиваемых на проведение предрейсового осмотра в национальных условиях, на организацию работы передвижных медицинских пунктов.

Логистическая концепция организации городских пассажирских перевозок

Черных О.В., Бохон А.В.

Белорусский национальный технический университет

Стратегическое логистическое управление городскими пассажирскими перевозками – это процесс осуществления эффективного, рентабельного планирования и управления потоками пассажиров и сопутствующей информацией от пункта отправления к пункту назначения с целью максимального удовлетворения потребностей пассажиров и требований общества.

Логистическая цель функционирования общественного транспорта заключается в минимизации общих затрат с учетом целей обслуживания населения.

Цели транспортного обслуживания населения определяют, насколько полно необходимо удовлетворить спрос на объем и качество перевозок. Чем более высокие требования предъявляются к уровню обслуживания, тем выше стоимость услуг. Однако цена сама по себе является отдельной целевой функцией, поэтому необходим поиск соответствующего компромисса. При этом нельзя не учитывать, что необходимо стремиться поощрять население пользоваться услугами городского пассажирского транспорта, а не принуждать введением различного рода ограничительных мер. Все это требует обеспечения соответствующего уровня качества транспортного обслуживания и изменения отношения к общественному транспорту среди населения.

При применении модели стратегического логистического управления в городским пассажирским перевозкам необходимо:

- определить политические и социальные цели органов городской власти ответственных за состояние перевозочного процесса и установить пути достижения этих целей;
- сформировать совокупность конкретных факторов, влияющих на выбор способа передвижения, методы и средства воздействия на эти факторы с целью повышения привлекательности городского пассажирского транспорта без наложения ограничений на использование индивидуальных автомобилей;
- рассчитать требуемые ресурсы, согласовать с имеющимися и определить реальную траекторию развития логистической системы.

В соответствии с этим алгоритмом устанавливается иерархия целей развития логистической системы общественного транспорта для достижения требуемых значений показателей уровня транспортного обслуживания.

Литература: Логистика: общественный пассажирский транспорт / под общ. ред. Л.Б. Миротина – М., 2004.

Ликвидность транспортных средств: качественная и количественная составляющие

Шабека В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Известные системы классификации транспортных средств отражают объекты их использования в самых разнообразных сферах. Между тем транспортные средства, как объекты оценки их рыночной стоимости, классификации на текущий момент не подвергались, что оставляет открытым потенциал *классификации*, как *эффективного метода* исследования.

Здесь идет речь о разработке методического обеспечения *количественной* оценки ликвидационной стоимости транспортных средств – одном из практических вопросов теории оценки стоимости.

Наиболее разработанной в плане структуры является классификация транспорта как субъекта дорожного движения – Межгосударственный стандарт ГОСТ 31286-2005 «Транспорт дорожный. Основные термины и определения. Классификация», где на втором иерархическом уровне системы классификации вводятся понятия «транспорт общего назначения» и «транспорт специального назначения».

Исходя из понимания ликвидности как экономического свойства некоего актива обращаться в деньги можно выдвигать гипотезу, что *транспорт общего назначения* может и будет выполнять функцию ключевого аналога, эталона при сравнении различных конструктивных типов дорожного транспорта по признаку или увеличения, или снижения ликвидности относительно этого эталона.

Гипотезой второго уровня являются снижение ликвидности по мере *глубины специализации назначения* объекта (чем более узкоспециализированными *качествами* обладает объект, тем меньше его оборачиваемость) и ее изменения по мере отдаления от *количественных параметров* эталона, отражающих способность реализовывать *специальные свойства*.

Например, наиболее часто используемые в строительстве стреловые краны с грузоподъемностями 15...25 тонн будут иметь большую ликвидность, чем «легкие» (до 15 тонн) и «тяжелые» краны (грузоподъемностью выше 25 ... 50 ... тонн). В тоже время, очевидно, что ликвидность, например, седельных тягачей выше, чем стреловых кранов.

При этом ключевой вопрос – методология *количественной* оценки ликвидности не столь очевидна и представляет реальный интерес для практикующих специалистов и исследователей в области теории оценки.

Реинжиниринг бизнес-процессов как метод антикризисного управления

Якубовская Т.Л., Богданова-Ползунова Л.Н.

Белорусский национальный технический университет

В современных рыночных условиях теория и практика реинжиниринга приобретает большое значение в условиях антикризисного управления как при разработке и реализации мер, направленных на предотвращение кризиса организации, так и в процессе стратегического планирования мероприятий, направленных на преодоление кризисной ситуации.

Реинжиниринг бизнес-процессов – это фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов предприятий для достижения резких, скачкообразных улучшений по основным актуальным показателям их деятельности: стоимости, качеству услуги и темпы. Стратегия компании должна удовлетворять быстро изменяющимся условиям ее внешнего окружения. В результате успешного проведенного реинжиниринга – быстрого осуществления глубоких и всесторонних коренных изменений системы управления – компания достигает существенного, "прорывного" роста эффективности (в десятки и сотни раз).

Выделим конкретные мотивы проведения реинжиниринга: 1. решение выйти на внешние рынки со своими товарами и услугами; 2. появление на своем рынке конкуренции иностранных фирм; 3. стремление создать условия, в которых были бы вероятны западные инвестиции в данное предприятие; 4. желание перейти к выпуску качественно новой продукции для начала конкурентной борьбы.

Несомненная полезность реинжиниринга объясняется не только объективной корректностью его составных элементов и его надежностью как целого, его принципиальной новизной и практической ценностью, но и присущим реинжинирингу способом анализа проблем, а также тем, что принимаемые на основе реинжиниринга решения порождают общественный резонанс касательно связанных с ним событий.

Реинжиниринг является важным инструментом антикризисного управления, т.к. он направлен на перестройку (перепроектирование, обновление) бизнес-процессов для достижения радикального скачкообразного улучшения деятельности банка. В свете сложившейся нестабильной экономической ситуации в мире управление не может иметь другой основы, нежели поиск и активное использование новых форм методов, приемов, сфер бизнеса, поскольку прежние подходы себя уже не оправдывают.

Эффективность работы предприятий различных форм собственности в условиях Республики Беларусь

Тозик А.А.

Белорусский национальный технический университет

Мировая практика показывает, что в странах с развитой рыночной экономикой успешно сосуществуют различные формы собственности и приоритеты определяются не формой собственности, а ее экономической эффективностью. В нашей стране, где упор традиционно делался на государственный сектор, частный бизнес долгое время находился на вторых ролях. Но времена, к счастью, меняются.

Финансово-экономический кризис, охвативший экономику Республики Беларусь, заставляет руководство страны несколько по-иному посмотреть на роль негосударственного сектора экономики в развитии народного хозяйства, чему подтверждение появление директивы Президента Республики Беларусь № 4 от 31.12.2010г. «О развитии предпринимательской инициативы и стимулирования активности». Принцип «Конкуренция - везде, где возможно, государственное регулирование - там, где необходимо», отраженный в директиве, звучит многообещающе. Вопрос, правда, в том, что многие чиновники по-своему понимают это выражение.

Многочисленные исследования показывают, что потенциал белорусских предпринимателей раскрыт в настоящее время не более, чем на 10%. Инициатива частного бизнеса на местах довольно часто не находит поддержки у чиновников. Для придания динамики в развитии негосударственного сектора экономики Республике Беларусь необходимо:

- ✓ ввести полноценный заявительный принцип регистрации бизнеса;
- ✓ сократить до минимума перечень лицензируемых видов деятельности;
- ✓ проводить работу по дальнейшему упрощению налоговой системы;
- ✓ принять решение об освобождении вновь создаваемых предпринимательских структур от налогообложения на первые 2-3 года;
- ✓ упрощать систему бухгалтерского учета;
- ✓ минимизировать плановые и внеплановые проверки различных контролирующих органов;
- ✓ исключить из всех нормативных правовых актов нормы, предусматривающие внесудебную конфискацию имущества у субъектов хозяйствования, арест счетов и др.

Связь материальных и информационных потоков

Стефанович Н.В., Косовский А.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время одной из ключевых проблем на пути дальнейшего совершенствования работы транспортной системы Республики Беларусь является задержка грузов в пунктах их погрузки, выгрузки и перевалки из-за несвоевременного поступления необходимой информации. Поэтому движению материального потока от производителя к потребителю должно сопутствовать информационный поток или «информационная цепочка» содержащая необходимые средства для хранения, обработки и перелачки информации.

Для решения данной задачи целесообразно создать общенациональный информационный портал непокрытых заявок на перевозку грузов, откуда транспортные компании могут выбирать наиболее подходящие для них заявки. Кроме того, для улучшения качества управления движением отдельных транспортных средств и составления маршрутов их движения на информационный портал в режиме реального времени можно заноситься информация о действительном состоянии перевозочного процесса. Для этого предусматривается обеспечение транспортных средств аппаратурой, позволяющей водителям и диспетчерам в любой момент времени связываться друг с другом для обмена информацией. Вместе с тем, большинство крупных компаний имеют большинство производственных и дистрибьюторских подразделений способных поставлять одинаковую продукцию. В этом случае часто необходимо быстро определить доступность продукции на дату заказа в подразделениях и выбрать наиболее подходящее подразделение для отгрузки. Т.е. заказчик с помощью базы данных, хранящейся на информационном портале и постоянно обновляемой, может получить необходимые данные и существенно сократить время на поиск.

Информационный портал может также содержать данные о графике выполнения смешанных перевозок, что будет способствовать улучшению взаимодействия различных видов транспорта.

Следует признать, что эффективность управления материальными потоками может быть обеспечена лишь в том случае, когда управление материальными и связанными с ними информационными потоками будет происходить на основе системного подхода и согласования экономических интересов всех участников транспортно-логистической системы. Причем создание информационного портала будет оказывать влияние на полное использование потенциальных возможностей транспортной системы Беларуси.

Логистический механизм управления материальными потоками

Стефанович Н.В.

Белорусский национальный технический университет

В последнее время для Республики Беларусь особое значение приобретает концепция логистического управления, суть которой состоит в разработке и внедрении логистических систем, представляющих собой множество взаимодействующих элементов, находящихся в отношениях и специфических взаимосвязях между собой и составляющих целостное формирование в виде материальных и сопутствующих им потоков.

Анализу логистических систем, процессам формирования и функционирования посвящено большое число работ, как отечественных, так и зарубежных авторов. Но процесс формирования логистической системы сложен и требует тщательной проработки различных вопросов совместной деятельности ее участников. Следует учитывать, что транспорт является главнейшим звеном логистических цепей различной длины, а стоимость транспортных расходов в процессе производства и реализации продукции доходит до одной трети цены конечного продукта.

Исходя из принципов управления цепью поставок, процесс перевозки можно представить как совокупность следующих этапов: согласование и планирование перевозки, организация отправки груза, непосредственно транспортировка груза, выдача груза получателю и заключительные расчеты. Рационализация и совершенствование на каждом из этих этапов является важным резервом снижения издержек и экономии ресурсов.

В качестве основных процессов и операций, которые могут значительно повлиять на совершенствование работы транспортных средств, можно выделить следующие: максимальное задействование всех имеющихся транспортных средств на предприятии, увеличение времени работы каждого из них до максимально возможного, сокращение затрат времени на простои под загрузкой и разгрузкой, а также использование грузоподъемности и вместимости транспортного средства наиболее рациональным способом. Ведь цикл перевозки, являющийся частью цикла выполнения заказа в цепи поставок, содержит периоды времени, в течение которых добавляются издержки, но не добавляется ценность конечного продукта. Уменьшение суммарной продолжительности таких периодов времени существенно влияет на такие показатели эффективности управления материальными потоками, как надежность и реактивность, которые в свою очередь являются составляющими логистического сервиса или рычагами логистики и от которых напрямую зависит эффективность функционирования логистической системы в целом.

Методические аспекты преподавания теории оценки стоимости

Трифонов Н.Ю.

Белорусский национальный технический университет

В республике началась подготовка оценщиков с высшим образованием. По окончании специальности «Оценочная деятельность на автомобильном транспорте» студенты получают квалификацию «инженер-оценщик».

Базовой дисциплиной в подготовке является «Теория оценки стоимости», которая преподаётся в течение третьего года обучения. Учебная программа рассчитана на 183 часа, в том числе — 116 часов аудиторных занятий.

Главной целью является теоретическая подготовка студентов в области основных представлений об оценке стоимости, изучение математических и методологического аппаратов оценочной деятельности. Хотя теория оценки читалась в стране для студентов иных специальностей, но объём предполагаемого к изучению материала был существенно меньше. Автору неизвестно и о курсе по теории оценки стоимости подобного объёма в сопредельных странах. В связи с этим была разработана базовая учебная программа этого курса. Это была первая программа по дисциплине, связанной с оценочной деятельностью, утверждённая Министерством образования Республики Беларусь.

Дисциплина «Теория оценки стоимости» посвящена изучению студентами теоретических основ оценочной деятельности, включающих в себя основные понятия оценки, регулирование оценочной деятельности, финансовую математику, теорию ошибок и математическую статистику для оценки, стандартные подходы к оценке и их согласование.

Все разделы изучаемой дисциплины сопровождаются практическими занятиями, на которых студенты решают задачи раздела с применением пакета MS Excel. Дисциплина включает в себя самостоятельную работу по оценочному анализу рынка, которая проводится на основе наиболее развитых секторов рынка в стране: рынка подержанных автомобилей и вторичного рынка квартир. Кроме того, в течение учебного года студенты готовят курсовую работу по изучаемой тематике. Заканчивается изучение дисциплины экзаменом.

Двухлетний опыт преподавания дисциплины «Теория оценки стоимости» позволяет считать, что она стала надёжной базой для изучения студентами иных дисциплин, связанных с оценочной деятельностью. Можно предположить, что студенты БНТУ достаточно подготовлены в области теории оценки для будущей практической деятельности.

Перспективы развития микрологистических систем

Краснова И.И., Скоркин Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривая перспективы развития микрологистических систем в производстве, необходимо отметить, что большинство современных подходов к их созданию базируется на принципах, сформулированных в середине прошлого века, и имеет в своей основе либо «толкающую», либо «тянущую» организацию материального потока. Однако, как отмечается в большинстве научных работ, оба типа систем не лишены недостатков. Если для толкающей системы характерна необходимость поддерживать избыточные запасы материалов между различными производственными участками и звеньями, то для тянущей, это способность эффективно функционировать лишь при коротких циклах снабжения и производства, повышенная чувствительность к качеству прогнозных показателей спроса, а также предпочтение продукции, все заказы которой одинакового размера.

Тянущая система является негибкой для серийного производства с его повторяемыми процессами. Данная система зародилась в Японии в кризисный период, отличавшийся ограниченностью материальных ресурсов и капитала и высокой безработицей. Нехватка ресурсов включала излишки и не позволяла накапливать большие буферные запасы, к тому же недостаток капитала препятствовал содержанию больших запасов на предприятиях. Скорость полного производственного процесса определяется скоростью самого медленного оператора, если работы на рабочих местах не синхронизированы. В этом случае у большинства служащих появляется время ожидания, простаивают работники и оборудование. Однако такое неэффективное использование рабочей силы создает возможность для эффективного использования материалов.

Попытки устранить недостатки, присущие обеим системам, привели к объединению базовых принципов «толкающих» и «тянущих» систем в едином операционном комплексе MRP III. Одной из наиболее перспективных технологий подобного класса является микрологистическая система «оптимизированная технология производства» (optimized production technology), позже расширенная и получившая название «теории ограничений» (theory of constraints).

Внедрение в управление производством систем такого уровня позволяет максимально ускорить оборачиваемость при эффективном использовании материально - технических ресурсов.

Инвестиционная привлекательность транзита в Беларуси

Антюшеня Д.М.

Белорусский национальный технический университет

Для дальнейшего повышения эффективности использования транзитного потенциала страны необходимо совершенствовать условия учета влияния различных внутренних и внешних политических, экономических и других факторов. Так в настоящее время нерешенными в достаточной мере остаются вопросы: несоответствия требованиям ЕС по несущей способности республиканских автомобильных дорог по общей массе автопоезда с 5 и более осями и нагрузке на ось в 11,5 тонны входящих в IX Международный транспортный коридор и его ответвления IXВ; оптимизации функций контрольных органов в автодорожных пунктах пропуска через Государственную границу республики; наличия узких мест и значительных временных задержек на стыках железнодорожных путей различной ширины; развития логистики.

Прогресс, наметившийся в транзитных перевозках, требует интенсификации инвестиционного процесса. Появляется необходимость дополнить применение классических схем государственной поддержки современными механизмами привлечения частного капитала – таких, как транспортные концессии. В республике, где уровень капитализации экономики пока ниже, чем в Европе, применение таких методов актуально вдвойне. В этих условиях главной задачей представляется создание экономической и законодательно-нормативной основы функционирования транспорта, направленной на стимулирование развития производства и повышение конкурентоспособности экспортной продукции белорусских предприятий, совершенствование системы таможенных и транзитных тарифов.

Намечается рост перевозок через восточные границы Беларуси. Следовательно, потребуется реконструкция и развитие пограничной инфраструктуры, что будет способствовать привлечению на белорусские маршруты дополнительного международного транзитного потока.

В стране создаются транспортно – логистические центры, которые координируют транзитные грузопотоки. Учитывая высокую инвестиционную привлекательность этого вида деятельности, в качестве приоритетов при формировании соответствующего механизма государственной финансовой поддержки наиболее приемлемым является льготное возвратное кредитование и предоставление государственных гарантийных обязательств под привлекаемые уполномоченными банками внешние кредитные ресурсы.

Логистическая диверсификация

Краснова И.И.

Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь в настоящее время на рынке логистических услуг функционирует около 1200 юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. Однако, несмотря на довольно большое количество экспедиторов на рынке, комплекс транспортно-логистических услуг по доставке грузов при международном сообщении, предлагаемый ими клиенту, все еще недостаточно широк. Комплекс услуг, предлагаемых большинством компаний, ограничивается, кроме непосредственно перевозок, услугами по сопровождению груза в пути, организации перевозочного процесса, оформлению таможенных, товарно-транспортных и других перевозочных документов, а также посредническими услугами по поиску груза для перевозчиков или наоборот поиску перевозчиков для грузовладельцев, что по международной классификации соответствует уровню 2PL (провайдер логистики). По различным оценкам доля этих услуг в общем объеме составляет от 85 до 95 %.

Белорусские компании-заказчики отдают логистическим компаниям отдельные подряды. При этом заказчики сами координируют всю логистику, что требует отвлечения значительных финансовых и трудовых ресурсов. Пока основными рынками сбыта для наших производителей являются собственный рынок, а также российский и некоторые рынки стран СНГ, самостоятельно организовывать всю логистику в этих случаях трудно, но можно. Но ведь сегодня перед белорусскими предприятиями поставлена задача по выходу на новые рынки: Азии, Африки, Северной и Южной Америки. Поэтому им неизбежно придется внедрять новые технологии логистики.

Мировые компании в сфере предоставления логистических услуг давно прошли не только уровень 2PL, но и следующий - 3PL. Сейчас зарубежные производители отдают весь комплекс логистических работ на аутсорсинг. В таком случае логистические компании сами формируют маршрут, организуют доставку со всеми возможными операциями: перегрузкой с одного вида транспорта на другой, сортировкой и упаковкой груза в транспортно-логистических комплексах, его хранением и т.д., используя для этого не только собственные мощности, но и активы третьих сторон. Это принято называть уровнем 4PL.

Развитие логистической системы в Беларуси на уровне 4PL позволит определенным образом изменить ситуацию на рынке услуг страны и получить значительные валютные средства в бюджет республики.

Моделирование тарифов на перевозку пассажиров в городе

Черных О.В.

Белорусский национальный технический университет

Действующие подходы к построению тарифов на перевозку пассажиров в автобусах основаны исключительно на затратных методах ценообразования. Разработка методики построения тарифов должна ориентироваться на достижение следующих целей:

- удовлетворение потребностей населения в перевозках во всех видах сообщения;
- обеспечение высокого качества транспортных услуг;
- преодоление остаточного принципа финансирования из бюджета пассажирского транспорта;
- обеспечение равных условий для операторов транспортных услуг различных форм собственности;
- обеспечение развития рынка транспортных услуг;
- переход к тарифной политике в сфере пассажирских перевозок соответствующей условиям рыночной экономики.

В связи с этим, уровень тарифов на перевозку пассажиров должен:

- обеспечивать доступность услуг пассажирского транспорта для основных групп населения с различным уровнем дохода;
- быть достаточным для возмещения экономически обоснованных затрат предприятий пассажирского автомобильного транспорта некомпенсированных финансированием из бюджета;
- обеспечивать достойный уровень оплаты труда работников транспортных предприятий;
- обеспечивать восполнение подвижного состава, в т.ч. и той части автобусов, по которым полностью начислен износ при наличии превышения фактического срока эксплуатации над нормативным, в целях обеспечения безопасности перевозки пассажиров;
- предусматривать необходимый и достаточный для социального развития коллектива уровень рентабельности.

Пассажирские тарифы предлагается дифференцировать по величине средней дальности поездки, т.к. имеет место высокая дифференциация этого показателя. Такой вариант установления тарифа возможен, т.к. рынок транспортных услуг моноцентричен, т.е. требования антимонопольного законодательства не нарушаются.

Литература

Воробьева, М.В. Совершенствование механизма формирования тарифов автомобильного транспорта на пассажирских перевозках.– Н.Нов., 2004.

Логистический подход к управлению материальными оборотными активами предприятия

Полушко Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Одним из важных направлений повышения эффективности деятельности предприятий является управление материальными оборотными активами. Анализ деятельности предприятий индустриально развитых стран показывает, что главным ориентиром в управлении материальными запасами является их минимизация в допустимых пределах, приводящая к ускорению оборачиваемости капитала и повышению конкурентоспособности, и, как следствие, расширению ниши на рынке товаров.

В современной рыночной экономике повышение эффективности управления материальными оборотными активами достигается за счет внедрения логистической концепции, предусматривающей интегрированный подход к управлению запасами в границах логистической системы, подчинения стратегии управления запасами глобальной рыночной стратегии предприятия, определения оптимальной величины запасов на основе прогнозных оценок их потребности.

В условиях современной рыночной экономики в области управления запасами появился ряд проблем, требующих для своего изучения новых подходов. К ним следует отнести организацию системы управления запасами, разработку стратегии управления запасами с учетом логистической стратегии, формирования системы показателей для количественной оценки состояния материальных запасов в логистической системе и эффективности принимаемых управленческих решений.

Для разработки стратегии повышения эффективности управления материальными оборотными активами промышленного предприятия на основе логистической концепции необходимо разработать классификацию уровней поддержек формирования и хранения материальных запасов, разработать методики количественной оценки экономической эффективности логистической системы и управления запасами, дать оценку существующих подходов к оценке экономической эффективности логистической системы. Таким образом, создание логистической системы управления материальными оборотными активами позволяет удерживать величины запасов на минимальном уровне, что приводит в свою очередь к снижению себестоимости продукции, повышению ее конкурентоспособности и улучшению основных показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

Новационная политика предприятия в современных условиях хозяйствования

Гайнутдинов Э.М., Поддерегина Л.И.

Белорусский национальный технический университет

В период становления рыночных отношений эффективную деятельность отечественных субъектов хозяйствования любой формы собственности обеспечивает новационная политика, являющаяся сложным, многоаспектным, интегрированным явлением. Она должна быть: последовательной, быстро адаптирующейся к реальным условиям хозяйствования.

В настоящее время не все отечественные субъекты хозяйствования занимаются новационной политикой на должном уровне. Это связано с низким профессиональным уровнем руководителей, специалистов, менеджеров, маркетологов, их отсталыми взглядами на что-то новое, отсутствием отечественной сырьевой базы; низкой мотивацией трудящихся.

К этапам разработки новационной политики субъекта хозяйствования относятся: анализ новационной среды, формирование новационных стратегий, постановка целей, задач, принципов, научных подходов, направлений развития. Анализ новационной среды является основным этапом новационной политики субъекта хозяйствования и включает анализ его внешней (макроокружение, непосредственное окружение) и внутренней (управленческой, производственной, экономической, социальной) среды.

Макроокружение определяет следующие аспекты: политический, экономический, правовой, технологический. К непосредственному окружению относят рынки сбыта, конкуренты, поставщики, покупатели.

Реализация новационной политики субъекта хозяйствования – это управление новационными стратегиями, формирование портфеля новационных проектов, анализ и контроль их осуществления.

Для Беларуси наиболее важными направлениями новационной политики являются совершенствование технической оснащенности производства и маркетинговая деятельность, направленная на замену неконкурентоспособной продукции – другой, пользующейся спросом на внутреннем рынке страны.

Реализация новационной политики субъекта хозяйствования – это управление новационными стратегиями, формирование портфеля новационных проектов, анализ и контроль их осуществления.

Реализация первого направления требует исключительно крупных финансовых вложений и значительного временного периода. Второе направление может быть реализовано при достаточно реальных условиях временного и финансового характера.

УДК 656

Зарубежный опыт по созданию логистических центров

Скоркин Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Международная практика показывает, что неадекватное развитие транспортных систем приводит к неоправданно завышенным затратам в сферах производства и предоставления услуг, а также сдерживанию развития практически всех отраслей хозяйственной деятельности. Рациональное же использование транспортных и транзитных возможностей наоборот стимулирует ускоренное развитие сопряженных с ними отраслями сфер экономики. Иными словами, выбор правильной транспортной стратегии во многом может предопределить эффективность социально-экономических достижений Республики Беларусь.

В перечне национальных приоритетов особое место отводится наращиванию объемов транзитных и экспортно-импортных перевозок, а так же расширению перечня пакетов услуг, предлагаемых транспортно-экспедиторскими компаниями. Речь идет о создании так называемых «логистических центрах», получивших широкое распространение на Западе и призванных стать, согласно программе развития логистической системы республики до 2015 г., главным фактором увеличения грузопотоков по международным транспортным коридорам Республики Беларусь.

Анализ зарубежного опыта показывает, что современные логистические центры это довольно сложный комплекс разного рода сооружений. Составными частями логистического центра являются железнодорожные станции, аэропорты, терминалы, морские и речные порты, подвижной состав, средства перевалки и управления, обеспечивающие комплексное решение задач с применением современных логистических технологий по оказанию, как части, так и всего комплекса сопутствующих логистике услуг. Создание таких логистических центров позволяет реализовать систему масштабных маршрутных перевозок грузов в международном и региональном сообщении с меньшими сроками и транспортными затратами.

В большинстве стран создание крупных логистических центров осуществляется в рамках государственных программ, предусматривающих содействие и стимулирование развития современных технологий, сокращение экономических ограничений и устранение помех на пути их внедрения, что позволяет увеличить доходы по этим видам деятельности.

УДК 656.13

Венчурный капитал как форма финансирования научно-технического прогресса

Короткова Г.А., Небышинец А.В.

Белорусский национальный технический университет

Каждый новый проект, внедряемый на рынок нуждается в определенных финансовых вложениях. Для реализации мелких проектов достаточно бывает взять кредит в банке под залог движимого и недвижимого имущества, либо занять средств у родственников или знакомых. Однако для осуществления гораздо более масштабных проектов подобные источники не подходят — здесь уже необходимо говорить о привлечении венчурного капитала.

Венчурный капитал представляет собой средства, направленные на развитие начинающего бизнеса. Однако спецификой венчурного капитала является то, что объектом его вложения является, как правило, не обычный бизнес, связанный с реализацией товаров и услуг, а бизнес, осуществляющий реализацию высокотехнологичных проектов. Именно венчурный капитал является наиболее эффективной формой финансирования инновационных предприятий. Наиболее яркими примерами этого являются такие современные высокотехнологичные гиганты как Intel, Apple, Facebook, Sun Microsystems и многие другие.

Как правило венчурные инвестиции не предполагают быстрой отдачи, поскольку на начальной стадии своего развития каждый высокотехнологичный бизнес нуждается в средствах для разработки и продвижения инновационных продуктов. Именно поэтому многие венчурные инвестиционные проекты реализуются в форме акционерных обществ, что позволяет привлекать значительный внешний капитал.

Вложение венчурного капитала связано со значительными рисками, поскольку в начале разработки инновационного проекта невозможно спрогнозировать результаты этой разработки. Однако в случае успешной реализации инновационного проекта соответствующий инвестиционный фонд вкладывает средства в уставный капитал компании, получает

определенную долю от прибыли и возможность влиять на управление компанией.

Подводя итог всему вышесказанному можно с уверенностью сказать, что венчурный капитал является новой страницей в истории инвестирования инновационной деятельности и значимым фактором в развитии научно-технического прогресса.

УДК 639

Проблемы конкурентоспособности отечественной продукции

Гайнутдинов Э.М

Белорусский национальный технический университет

В условиях перехода к рыночным отношениям стратегическое значение имеет повышение уровня конкурентоспособности производимой продукции.

В советские времена вопрос конкурентоспособности практически не имел значения, все, что производилось, потреблялось внутри страны при относительно низком качестве по установленным властями ценам.

В настоящее время ситуация меняется. Экономические отношения с зарубежными странами обострили проблему конкурентоспособности отечественной продукции. Возможности приобретать зарубежную продукцию более высокого качества, по стоимости, удовлетворяющей белорусского потребителя, порождают серьезные проблемы производителей отечественной продукции.

Попытки властей ориентироваться на зарубежных потребителей нагадкаются на относительно низкое качество предлагаемой продукции.

Если в прежние времена потребителем белорусской продукции было широкое «нищее» население Советского Союза, в составе которого была Белоруссия, то ныне провозглашенная независимость Республики Беларусь позволяет российским властям использовать фактор «другой страны» для получения своей экономической выгоды. Отсюда конкурентоспособность отечественной продукции становится камнем преткновения рыночных отношений как с Россией, так и с другими зарубежными странами. Вопросы качества и рыночной стоимости отечественного товара приобретают неизменно важный характер для Республики Беларусь, заставляют решать серьезные стратегические вопросы, требующие создания рыночного мышления с одной стороны и огромных финансовых средств для инновационного обновления отечественного производства. Решение указанной проблемы требует принятия определенных стратегических действий. В том числе:

- отказ от экспортной зависимости страны путем развития внутренних рыночных отношений, построенных на принципах политики импортозамещения;
- развитие частной предпринимательской деятельности как основного фактора стратегии развития отечественного производства;
- формирование международных отношений, базирующихся на классических рыночных принципах.

УДК 360

Условия формирования качества функционирования АТП как логистической системы

Зубрицкий А.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Одним из фундаментальных свойств всех без исключения систем функционирующих в реальных условиях, является качество их функционирования. Проявляется такое свойство в результате взаимодействия системы со средой и характеризует динамическое качество системы. Чем меньше изменения внешней среды приводят к реакции системы, тем выше качество ее функционирования. Механизм формирования качества функционирования может быть осуществлен самыми различными способами в зависимости от физической природы системы. Реализация может осуществляться через механические и электронные устройства для технических систем, или через изменения уровня биохимических процессов в тканях под влиянием факторов внешней среды для живых организмов, или одновременно теми и другими способами для человеко-машинных систем и т.д. Однако, несмотря на огромное разнообразие средств реализации, процесс этот во всех случаях один и тот же:

- получение информации о состоянии системы и об изменении внешней среды;
- логическая обработка полученной информации;
- использование консолидированной в результате логической обработки информации для изменения поведения системы.

Итак, основным условием проявления качества функционирования АТП является наличие человека во всех структурах, во всех иерархиях технологических процессов, во всех иерархиях узлов управления с одной стороны и наличие среды со своими характеристиками с другой стороны. В процессе взаимодействия этих составляющих формируется качество функционирования. В настоящее время становится все более очевидным

что при анализе функционирования и развития автотранспортных предприятий, нельзя получить высокую достоверность результатов, не учитывая человеческий фактор, поскольку человек, являющийся активной частью этих систем, во многом определяет достижения целей их развития.

УДК 656.13

Транспортная логистика. Скорость доставки груза как фактор оборачиваемости средств на предприятии

Зубрицкий А.Ф., Пашкевич Т.А.

Белорусский национальный технический университет

В логистических технологиях срок доставки груза транспортом имеет важное значение для экономики страны, влияя на оборотный капитал, т.е. на материальные оборотные средства.

Если сокращается время доставки товара, то это означает, что он не задерживается на складе и быстрее поступает в процесс производства или личное потребление. Формула для определения стоимости товарного ресурса, находящегося на транспорте (Φ), имеет вид

$$\Phi = \frac{Q \cdot t_{\delta} \cdot C_p \dots}{365} (\text{руб}),$$

где Q -- годовой материальный поток, т;

t_{δ} -- срок доставки, сут.;

C_p -- удельная стоимость материального ресурса, руб./т.

Меняя натуральный параметр t_{δ} в сторону можно добиться увеличения скорости и, следовательно, уменьшения времени доставки. Такое изменение в логистических цепях устанавливается по простой формуле:

$$\Delta t_{\delta} = t_{\delta}^c - t_{\delta}'' \dots (\text{сут}, \text{ч}),$$

где t_{δ}^c и t_{δ}'' -- соответственно сроки доставки при старой и новой технологии перевозок, сут (ч).

Практический смысл расчет t_{δ} имеет для тех логистических цепей, которые обеспечивают поступление доставленных товарных ресурсов непосредственно в производство или в торговлю, минуя "залеживание" на складе. Полученное логистом конкретное значение величины t_{δ} может быть использовано и для формирования конкретного предложения

участвующему в логистической цепи оператору, который имеет свой подвижной состав.

Использование этих зависимостей позволяет дифференцировать франкирование грузов (т.е. осуществлять оплату за перевозку) до любого пункта на пути продвижения товара от производителя до потребителя включая (или не включая) эти расходы в состав конечной цены.

УДК 656.062

Основополагающие элементы функционирования транспортно-логистической системы Республики Беларусь

Копко Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

Концептуальные положения формирования в Республике Беларусь транспортно-логистической системы на разных уровнях включают следующие элементы:

1. Интеграцию в международную транспортно-логистическую систему на основе эффективного взаимодействия, в первую очередь, со странами СНГ с целью удовлетворения социальных потребностей страны и создания условий для решения экономических проблем хозяйствующих субъектов при транспортировании материальных ресурсов и конечной продукции.

2. Удовлетворение потребностей хозяйствующих субъектов и населения конкретных регионов в перевозках за счет гармонизации их интересов с государственными по социальным проблемам.

3. Проведение эффективной транспортной политики за счет рационального вложения инвестиций в звенья транспортно-логистической системы страны:

- сооружение современных транспортно-логистических центров позволяющих объединить в одном месте необходимые функциональные структуры и получить необходимый интегральный эффект за счет качественного и своевременного выполнения транспортно-логистических услуг;

- создание современной информационно-компьютерной базы для активации функционирования логистических схем доставки материальных ресурсов и конечной готовой продукции и др.

4. Проведение гибкой тарифной политики в сфере транспорта при перевозке грузов в различных видах сообщения с целью увеличения транзитных потоков через территорию Республики Беларусь и формирования эффективных логистических схем доставки.

В результате выполнения вышеизложенных положений будут учтены интересы хозяйствующих субъектов Республики Беларусь, организаторов логистических процессов в лице товарных посредников, операторов интермультимодальных перевозок грузов с интересами нашей страны и других государств.

УДК 658.5.063

Повышение эффективности СМК с помощью стандартов ИСО 10000

Карасёва М.Г., Седнина М.А.

Белорусский национальный технический университет

Под системами менеджмента качества (СМК) принято понимать систему, устанавливающую требования к менеджменту качества, которая направлена на достижение большей удовлетворенности потребителей и всех заинтересованных сторон.

Для достижения этих целей, используют требования к системе менеджмента качества установленные в международном стандарте (МС) ИСО 9001:2000 для организаций, выпускающих продукцию и оказывающих услуги, любой формы собственности и размера. Поэтому они устанавливают лишь общие правила для построения системы менеджмента качества.

Предприятия, и прежде всего руководители, использующие МС ИСО 9001, должны обеспечивать повышение удовлетворенности потребителей и результативности системы менеджмента качества. Формирование эффективной системы менеджмента качества, направленной на достижение установленных требований, повышение удовлетворенности потребителя, создание условий труда, мотивирующих персонал на улучшение своей деятельности и в конечном итоге на повышение прибыли организации, во многом зависит от тех методов и способов, которые будут приняты организацией для обеспечения выполнения установленных МС ИСО 9001 требований.

На сегодняшний день семейство стандартов ИСО серии 9000 включает 16 документов, которые могут использоваться предприятиями для реализации отдельных требований указанных в этих стандартах. Существуют также стандарты совместимые с МС ИСО 9001 и МС ИСО 9004, которые дополняют их и не предназначены для целей сертификации, к их числу относятся такие международные стандарты, как ИСО 10001, ИСО 10002, ИСО 10003, ИСО 10005, ИСО 10014 и другие. Данные стандарты позволяют обеспечить эффективное и неформальное функционирование системы менеджмента качества, более высокий

уровень взаимоотношений с потребителем, снизить затраты, повысить качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции, а также способствуют увеличению интеллектуального потенциала организации и обеспечению ее стабильности. Стандарты ИСО серии 10000 предлагают практические методы и способы менеджмента для тех руководителей и специалистов служб качества, которые могут и хотят добиться преимуществ в бизнесе.

УДК 658.5.063

Организационно-экономический механизм производства конкурентоспособной продукции

Карасёва М.Г.

Белорусский национальный технический университет

Центральным моментом функционирования организационно-экономического механизма является организованная система управления качеством продукции. Для того, чтобы снизить уровень дефектности продукции, создать условия для непрерывного повышения производительности, упрочить достигнутые результаты работы предприятия, получить прибыль за счет качества, расширить долю рынка, удержать уже имеющихся потребителей, улучшить имидж предприятия, четко распределить ответственность в области качества по всему жизненному циклу изделий, доказать потребителю возможность в выпуске продукции стабильного уровня качества, руководству предприятия необходимо принять решение о целесообразности внедрения на предприятии системы качества, соответствующую международным стандартам ИСО 9000.

Качество - это целостная совокупность характеристик объекта относящихся к его способности удовлетворять установленные или предполагаемые потребности. Управление качеством представляет собой методы и виды деятельности, используемые для выполнения требований к качеству.

Управление качеством включает все функции общего руководства по разработке политики в области качества, установления целей, полномочий и ответственности, а также процессы планирования качества, контроля качества и обеспечения качества, с помощью которых в рамках системы качества происходит реализация определенных функций.

Проблема управления качеством имеет в нашей стране глубокие исторические корни - многие десятилетия плановой экономики отсутствовала реальная связь между качеством продукции и

производственным благосостоянием. Понятия управления качеством как такового не существовало. Проведенные в стране рыночные преобразования пока не смогли изменить ситуацию. Преобладание сырьевых производств в экономике, простоявшие большинства старых производств, отсутствие капиталовложений для необходимой модернизации - все эти обстоятельства снова и снова отодвигали вопросы качества на второй план. До кризиса делались некоторые попытки грамотного подхода к управлению качеством, то сейчас на первый план решения вышли вопросы платежеспособности и снижения издержек.

УДК 336.2 (476)

Повышение конкурентоспособности предприятия – производителя электротранспорта

Пилипук Н.Н., Король В.М.

Белорусский национальный технический университет

Современное экономическое развитие предприятия, его потенциал и конкурентоспособность сегодня, как никогда ранее, определяются эффективными формами бизнеса.

Мировой опыт показывает, что одной из форм эффективной организации бизнеса являются корпорации. Развитие теоретических основ корпоративных финансов связано с усилением влияния корпоративных форм организации бизнеса в мировой экономике. В частности, это распространение деятельности международных корпораций, финансово-промышленных групп, стратегических альянсов. Как известно, международные корпорации представлены сегодня двумя основными видами:

Первый вид – это транснациональные корпорации (ТНК). К ним относятся корпорации, национальные по капиталу, но интернациональные по сфере деятельности.

Второй вид – это многонациональные корпорации (МНК), т.е. корпорации интернациональные не только по сфере деятельности, но и по капиталу. Для ТНК и МНК характерно географическая рассредоточенность, наличие портфельных инвесторов и акционеров, владеющих контрольным пакетом акций.

Данные корпоративные структуры сложны и требуют соответствующих форм организаций и технологий управления корпоративными финансами. Во-первых, целесообразно провести инновологизацию форм организации производства относительно особенностей промышленности. Во-вторых, необходимо выбрать форму

интеграционного образования, отвечающую требованиям адаптивности в внешней среде. В третьих, обосновать критериальные условия и эффективность участия в интеграционном образовании.

Решение задачи обеспечения конкурентоспособности промышленного предприятия – производителя электротранспорта ОАО «Белкоммунмаш» объективно связывает с его участием в интеграционных структурах холдингового типа.

УДК 656.331

Современная концепция транспортной логистики

Косовский А.А., Пилипук Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день под логистикой как наукой понимается наука об управлении материальным потоком от первичного источника до конечного потребителя и относящимся к нему потоком информации.

Под логистикой же, как научным направлением понимается наука об управлении потоковыми процессами. Логистика как научное направление становится возможным благодаря изоморфности принципов управления потоками любой природы.

Объектом исследования в логистике являются потоки различной природы. Предмет исследования - управление данными потоками.

Логистика повышает полезность времени и места. Полезность места созданная или добавленная продукту ценность за счёт обеспечения его доступности для приобретения или потребления в нужном месте. Полезность времени - ценность, созданная дополнительно за счёт необходимого продукта в необходимое время в необходимом месте.

Современная концепция логистики отражает оптимизацию действий связанных с управлением различными видами логистической деятельности как интегрированной системы для достижения заданного уровня обслуживания потребителей:

$$\begin{cases} Z_{\text{обс}} = \delta \\ TC = (C_m + C_{\text{мз}} + C_{\text{зс}} + C_{\text{ин}} + C_{\text{фно}} + C_{\text{сз}}) \rightarrow \min, \end{cases}$$

где TC – затраты в сфере логистики,

C_m – затраты, связанные с определенным уровнем обслуживания потребителей;

$C_{\text{мз}}$ – транспортные затраты;

$C_{зс}$ – затраты на складирование;

$C_{ин}$ – затраты на формирование заказов и информационную поддержку;

$C_{фно}$ – затраты на формирование партии отправок;

$C_{сз}$ – затраты на содержание запасов;

$Z_{обс}$ – целевой уровень обслуживания потребителей.

УДК 336.67

Диагностика банкротства предприятий

Якубовская Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

Диагностика – определение состояния объекта, предмета, явления или процесса управления посредством реализации комплекса исследовательских процедур. Диагностика рассматривается не как однократный акт, а как процесс, который осуществляется во времени и пространстве. Объектом диагностики может быть как сложная высокоорганизованная динамическая система (вся экономика страны, отдельная отрасль, конкретная фирма или организация любой формы собственности), так и любой элемент этих систем. Проводится диагностика с целью оценивания состояния объекта исследования на дату завершения этого исследования и на перспективу. В зависимости от более конкретных целей исследования (диагностика возможности наступления банкротства собственного предприятия, потенциального партнера, или объекта для инвестирования) эффективная диагностика позволяет решать ряд задач, связанных с выработкой грамотной экономической, социальной политики, стратегии и тактики. Как и любой исследовательский процесс, диагностирование должно быть точным, объективным, основанным на первичной достоверной информации любого вида и любой формы представления. Существует и такое требование, как воспроизводимость исследования, но это скорее желаемое его качество. Воспроизвести один к одному подобное исследование невозможно, так как с течением времени обязательно изменятся какие-либо условия процедуры и оценки исследования. И в этом «ахиллесова пята» практически всех известных методик диагностики банкротства.

Среди качественных методов известен метод бальной оценки (показатель Аргенти). К наиболее популярным количественным кризис-прогнозным методикам относятся: модель Альтмана, модель Таффлера, методы рейтинговой оценки.

Обычно крупные аудиторские фирмы и другие компании, занимающиеся аналитическим обзором и консультированием, для

диагностики используют системы критериев. Однако, любое прогнозное решение подобного рода, независимо от числа критериев, является субъективным, а рассчитанные значения критериев носят скорее информативный, чем рекомендательный характер.

УДК 656

Состояние и перспективы развития воздушного транспорта Беларуси

Полько О.Л.

Белорусский национальный технический университет

Воздушный транспорт Республики Беларусь представляет собой комплекс предприятий, организаций, осуществляющих перевозку пассажиров и грузов по воздуху как в республике, так и за ее пределами.

На сегодняшний день белорусские авиаперевозчики представлены тремя государственными авиакомпаниями: «Национальная авиакомпания «Белавиа», «Авиакомпания Трансавиаэкспорт», «Авиакомпания Гомельавиа».

Национальная авиакомпания «Белавиа» выполняет регулярные полеты по 27 воздушным линиям, имеет агентские соглашения о продаже авиаперевозок на свои рейсы с 24 фирмами в 15 странах мира.

«Авиакомпания Трансавиаэкспорт» в настоящий момент является эксплуатантом воздушных судов типа ИЛ-76ТД, предназначенных для перевозки крупногабаритных грузов общим весом до 45 тонн и объемом до 190 куб. м.

Национальный аэропорт «Минск» – главный воздушный порт республики, расположен на пересечении крупнейших международных авиационных трасс. По своим техническим данным он способен принимать воздушные суда всех типов и обслуживать около 6 миллионов пассажиров в год и около 55 тысяч тонн грузов в год.

Структурным подразделением Национального аэропорта Минска является грузовой комплекс. Он располагает складами общей площадью 3470 м² и предоставляет возможности для хранения транспортных средств и товаров в транспортных средствах на стоянке в зоне склада временного хранения площадью 1500 м².

Таким образом, перспективными направлениями в логистике воздушного транспорта должны стать следующие. Во-первых, поиск новых партнеров для расширения географии грузоперевозок. Во-вторых, расширение парка воздушных судов за счет ремонта неисправных и привлечение имеющихся у военной авиации. В-третьих, для активизации международных воздушных, автомобильных и железнодорожных

грузоперевозок необходим логистический центр, который должен иметь выгодное местоположение, т.е. располагаться вблизи аэродрома, железнодорожной ветки и автомагистрали. Создание логистического парка мультимодальных перевозок позволит обеспечить приток транзитных грузов.

УДК 656.02

Логистическая система пассажирских перевозок как современная тенденция развития железнодорожного транспорта

Ходоскина О.А.

Белорусский национальный технический университет

Использование логистической системы в транспортной деятельности железнодорожного транспорта Республики Беларусь производится в течение последних 10-15 лет и является относительно новой сферой транспортных отношений, реализуемых при перевозке грузов и пассажиров.

Следует отметить высокий уровень развития логистики грузовых перевозок и практическое ее отсутствие в сегменте пассажирских перевозок железнодорожным транспортом Республики Беларусь. Это связано с рядом причин:

- наличие монополизма железнодорожного транспорта в пассажирских перевозках при относительно небольшой конкуренции с авиа- и автоперевозками;

- использование маршрутной сети для выполнения пассажирских перевозок, которые имеют прямолинейную схему построения при наличии однофакторной функции выполнения перевозки (посадка пассажира в транспортное средство, проезд и его высадка);

- использовался единый уровень однообразных транспортных услуг, оказываемых пассажиру, при выполнении которых главным был критерий социальной доступности по экономическому параметру, что приводило к потребности упрощения технологии выполнения перевозок (водились общие и плацкартные вагоны, которые сохранились на территории постсоветского пространства, и в последние 20-25 лет в мировой практике выполнения пассажирских перевозок не используются);

- использование мономаршрутов (поезд, следующий без остановок между начальным и конечным пунктами с выделением отдельных безостановочных маршрутов: Минск – Брест, Минск – Бобруйск, Минск – Гомель) при использовании высоких скоростей движения пассажирских поездов 160-200 км/ч.

Введение нового формата пассажирских перевозок позволит существенно улучшить качество их выполнения, поэтапно уйти от затратного механизма формирования тарифов и при незначительном их повышении (10-12%) сделать рентабельными пассажирские перевозки.

УДК 659.4.012.12

Перспективные направления рекламной деятельности и методы определения ее эффективности

Стрельникова И.А., Брюховецкая И.И.
Восточноукраинский национальный университет
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Перед многими украинскими компаниями и фирмами в последнее время ставится вопрос о проведения рекламной политики. Без рекламы создать рыночную ситуацию о товаре или услуге невозможно. Но эта компания требует больших финансовых затрат, поэтому важно уметь контролировать ее эффективность.

Различают экономическую эффективность рекламы и эффективность психологического влияния отдельных методов рекламы на состояние человека. Экономическая эффективность рекламы – это результат полученный от применения рекламного средства или организации рекламной кампании. Он определяется соотношением между валовым доходом от дополнительного товарооборота и затратами на рекламу.

Психологическая эффективность рекламы – это степень влияния рекламы на человека. Оно будет наиболее результативным, если приводит потенциальных потребителей к покупке. Но при этом нужно учитывать, что определить точно эффективность отдельных средств рекламы или рекламной компании невозможно, т.к. проведение рекламной компании и результаты ее деятельности часто не совпадают по времени, и зависят от многих факторов, не связанных с рекламой.

Самым простым методом определения экономической эффективности рекламы является метод сравнения товарооборота до и после проведения рекламы. В современных условиях данный способ наиболее приемлем учитывая инфляционные колебания, которые усложняют анализ динамики результатов. Изучение экономической эффективности рекламы может быть также осуществлено путем сравнения товарооборота двух однотипных предприятий. Рост товарооборота на предприятии, где не проводится рекламное мероприятие, происходит за счет влияния факторов которые действуют независимо от рекламы. Эффективным в данном методе является то, что учитывается только та часть товарооборота

который непосредственно является результатом проведения рекламного мероприятия.

УДК 656.13

Минимальная заработная плата: проблемы и перспективы

Боровик Н.А., Карпенко Е.В.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

Минимальная заработная плата (МЗП) выступает в роли государственной социальной гарантии, обязательной на всей территории Украины для учреждений и организаций. Минимальная заработная плата находится в тесной связи с использованием трудовых ресурсов и уровнем производительности труда, так как при условии роста производительности труда создаются условия для повышения ее оплаты, которые, в свою очередь, обеспечивают наращивание темпов роста производства.

Именно поэтому МЗП следует рассматривать как установление определенного минимального стандарта производительности труда, который будет влиять на формирование цены рабочей силы на рынке труда.

Обязательным критерием определения размера МЗП является принятый в экономике размер средней заработной платы (СЗП). Сопоставление минимальной и средней заработной платы называют индексом Кейтца.

Пропорции такого соотношения свидетельствуют о степени приближения уровня, достигнутого в стране, к желаемому уровню. Как правило, в промышленно развитых странах индекс Кейтца составляет величину в диапазоне 48-62%. Рекомендованные пропорции данного соотношения Международной организацией труда составляют 50%, Европейским Союзом - 60%.

В Украине, как и во многих странах Восточной Европы, минимальная оплата определяется как нижняя граница оплаты труда работника и не всегда достигает даже уровня прожиточного минимума. Поэтому Евросоюз призывает страны Восточной Европы поднять минимальную оплату хотя бы до 60% от средней по стране зарплаты, так как только при обеспечении оптимальных соотношений между МЗП и СЗП возможно выполнение заработной платой своих основных функций. Таким образом, необходимо осуществлять системные последовательные шаги для приведения МЗП к ее реально значимой величине.

Управления денежными потоками в системе обеспечения финансовой устойчивости автотранспортных предприятий

Чеснакова Л.С., Нижник О.А.

Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина)

В отечественной теории финансового менеджмента концепция денежных потоков автотранспортного предприятия, как самостоятельного объекта финансового управления, еще не получила достаточного отображения в литературе и находится на этапе становления. Это связано с отсутствием развитого финансового рынка, несовершенством нормативно-правовой базы, отсутствием методического обеспечения, недостаточным уровнем подготовки специалистов в этой области, а также тем, что в условиях плановой экономики денежные средства автотранспортных предприятий относились к ненормированным оборотным средствам, то есть были не управляемыми.

На современном этапе все большее число автопредприятий осознают необходимость управления формированием денежных потоков на основе научной методологии анализа их направлений и видов, адаптации к общим целям экономического развития предприятия и условиям внешней среды, которые постоянно меняются.

Главной целью управления денежными потоками является обеспечение финансовой устойчивости предприятия путем поддержания постоянной платежеспособности. Приоритетность этой цели определяется тем, что ни значительный объем оборотных средств и активов, ни высокий уровень хозяйственной активности предприятия не могут застраховать его от банкротства, если в установленный срок недостаточно денег для погашения финансовых обязательств. Платежеспособность автотранспортного предприятия обеспечивает его конкурентоспособность, которая является главным условием успешного функционирования в рыночных условиях.

**Бухгалтерский учет и
коммерческая деятельность
на транспорте**

**Консалтинг и аутсорсинг как факторы развития рынка
автотранспортных услуг**

Догиль Л.Ф.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время фактор, определяющий кадровый потенциал авто транспортных организаций не проявляет своей истинной значимости. Обусловлено это его слабой востребованностью из-за ряда причин.

Так, сектор грузовых автомобильных перевозок продолжает подвергаться воздействию внешних шоков. Однако в случае изменения ситуации в секторе автотранспортных перевозок по оптимистическому варианту доходы, в частности, от транзита в течение 2011 -2015 годов возрастут на 24 %, то на предприятиях отрасли начнется фаза подъема и дальнейшего развития. В этих условиях перевозчики будут стремиться войти на консалтинговый рынок, часто практически не застрахованными от непрофессионализма и некомпетентности консультантов.

Следовательно, возникнет необходимость создания и эффективного функционирования внутрикорпоративных служб в отрасли автомобильного транспорта и широкого использования возможности «скрытого консалтинга». Важно шире применять аутсорсинг – сравнительно новую схему взаимодействия с внешними поставщиками услуг, которая определяется целевыми задачами и приоритетами компании-заказчика.

Согласно классификации Gartuer в мировой практике существуют три основные схемы:

- полезность (*utility*) – фактор цены и уровень сервиса являются приоритетными при выборе поставщика;

- улучшение (*enhancement*) – во главу угла ставятся интересы внутренних и внешних потребителей, наряду с факторами полезности учитываются возможности улучшения их обслуживания;

- передний край (*frontier*) – важной составляющей стратегии компании является взаимодействие с поставщиком услуг, что позволяет приобрести конкурентные преимущества. В этой схеме критерии стоимости и сервиса отходят на второй план.

Белорусские автоперевозчики ориентированы на улучшение обслуживания потребителей транспортных услуг. Однако в условиях глобализации только совместные усилия предприятий-производителей и организаций оказываемых услуги, их посредников и бизнес-консультантов могут обеспечить успех как на внутреннем, так и на внешнем рынка.

Нормативно-правовое регулирование управленческого учета на транспорте

Догиль Л.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Возрастающая роль управленческого учета в корпоративном управлении транспортными организациями обуславливает необходимость наращивания его инструментальных возможностей.

Содержание инструкций по регламентированию управленческого учета должно отражать последовательность и сроки сбора, обработки и хранения первичной информации, ее преобразованию и выдаче конечного информационного продукта адресату. Анализ показал, что особенно важно подробно отразить методологические подходы и периодичность формирования каждого из документов, задать степень достоверности вычисляемым показателям, подробно охарактеризовать применяемые калькуляционные единицы: натуральные, трудовые, денежные.

Распространено мнение о том, что управленческий учет позволяет регламентировать корпоративные стандарты только отдельного предприятия транспорта. Такое утверждение является ошибочным. Нормативно-правовое регулирование управленческого учета должно строиться исходя из того, что он является подсистемой бухгалтерского учета в рамках принятой системы нормативно-правового регулирования работы бухгалтерий в целом как показано в таблице.

Таблица. Система нормативно-правового регулирования управленческого учета

Уровни нормативно-правового регулирования	Нормативно-правовая база
Законодательный	Закон Республики Беларусь «О бухгалтерском учете»
Белорусские бухгалтерские стандарты	Положение по бухгалтерскому учету. План счетов с инструкцией
Методологическая поддержка бухгалтерского учета организаций транспорта	Отраслевые положения, методические рекомендации и инструкции по бухгалтерскому учету
Корпоративное управление транспортной организацией	Корпоративные стандарты, внутренние инструкции и документы

Таким образом, система нормативно-правового регулирования управленческого учета должна строиться на многоуровневой основе.

**Роль нематериальных активов в стимулировании
инновационной деятельности**

Горбачева А.И.

Белорусский национальный технический университет

Переход организации на инновационный путь развития предполагает формирование управленческой политики, направленной, главным образом на эффективное воплощение человеческого капитала в товары, работы и услуги.

Смысл интеллектуальной собственности в бизнесе состоит в том, что она обеспечивает монополию на используемые технические, технологические и дизайнерские решения. Однако бухгалтерская, стоимостная оценка патента на изобретение практически равна государственной пошлине на патент, в то время как фактическая стоимость прав на это изобретение может составлять очень большую сумму. Хотя интеллектуальный потенциал нашей страны достаточно высок, интеллектуальная собственность на балансах наших предприятий составляет ничтожную сумму, в то время как за рубежом около 50% стоимости промышленного предприятия составляют именно нематериальные активы.

Для успешных инноваций необходим их высокий технический уровень и конкурентоспособность, приемлемая для предприятий стоимость разработки и затрат на их внедрение. Источником должна стать сама инновационная деятельность, т. е. капитализированная интеллектуальная собственность, но необходима и государственная поддержка, в том числе в виде налоговых льгот.

Исследовательский, конструкторский, технологический и производственный циклы следуют поочередно, последовательно сменяя друг друга. Успешное внедрение изобретений неизбежно повышает стоимость этих изобретений. Развитие жизненного цикла объектов интеллектуальной собственности и, соответственно, бухгалтерская оценка должны идти параллельно указанным выше циклам, что позволит обеспечить производителям и продавцам продукции устойчивые объемы продаж, защищая выбранный сектор рынка.

Интеллектуальная собственность должна иметь возможность масштабного роста бухгалтерской оценки пропорционально росту бизнеса, построенного на данной собственности. Это в свою очередь позволяет установить реальные корреляции между затратами предприятия на науку и инновации и результатами инновационной деятельности, а также оценить капитализацию предприятия в результате инноваций.

Процессный подход к моделированию инновационной деятельности

Горбачева А.И., Захаров Е.А.

Белорусский национальный технический университет

(Общепризнанным является факт, что эффективность организации прямо пропорциональна эффективности управления. На современном этапе происходят непрерывные изменения конъюнктуры рынка (мировой рост цен, колебания покупательского спроса, рост конкурентных отношений, изменения законодательства и др.). Это требует от организации большого диапазона прочности и гибкости. Руководство предприятия также должно перестраивать свой стиль и методы в зависимости от постоянно меняющихся условий и целей, применять новейшие методики управления)

Процессный подход – управленческая концепция, согласно которой управление есть непрерывная серия взаимосвязанных действий или функций управления. Фактически внедрение процессного подхода – это перепройка управления со структурно-функциональной позиции на процессную модель, самое главное отличие которой – выделение и придание значимости конечной ценности (полезности) продукта.

Если инновационная деятельность – это главная цель предприятия, то существует объективная необходимость перехода от управления отдельными ресурсами к формированию сети процессов. Всё предприятие представляет собой определенный набор процессов. Среди них выделяют: основные процессы (процесс маркетинга и процесс производства, в результате которых производится продукт или услуга для внешнего клиента); вспомогательные процессы, которые носят обслуживающий характер (например, процессы обеспечения предприятия различными ресурсами – материальными, техническими, финансовыми, трудовыми, кадровыми и т.д.); процессы управления (процессы планирования деятельности, процессы учета и формирования отчетности).

Для моделирования инновационной деятельности необходимо:

- выявить характер взаимодействий между процессами, условия формирования сети инновационных процессов и ее особенности;
- разработать механизм регулирования сети в виде трех контуров управления: стратегического, тактического и операционного;
- обосновать концепцию выбора процессов на основе системы показателей и с учетом зрелости процессов;
- разработать план непрерывным совершенствованием сети процессов.

Контроль – необходимый инструмент эффективности работы организации

Корсик Л.А.

Белорусский национальный технический университет

Контроль необходим для стимулирования успешной деятельности организации, а также для обнаружения и разрешения возникающих проблем раньше, чем они станут слишком серьезными.

Контроль как функция управления будет эффективным, если он носит стратегический характер, нацелен на достижение конкретных реальных результатов, понят, принят и освоен ответственными исполнителями.

Одна из важнейших особенностей контроля, которую следует учитывать, состоит в том, что контроль должен быть всеобъемлющим. Каждый руководитель, независимо от своего ранга, должен осуществлять контроль как неотъемлемую часть своих должностных обязанностей, даже если ни кто ему специально этого не поручал.

Для того чтобы система контроля действовала эффективно, необходимо обязательно довести до сведения соответствующих работников организации, как установленные стандарты, так и достигнутые результаты. Подобная информация должна быть точной, поступать вовремя и доводиться до сведения ответственных за соответствующий участок работников в виде, легко позволяющем принимать необходимые решения и действия. Желательно также быть полностью уверенным, что установленные стандарты хорошо поняты сотрудниками.

Конечная цель контроля состоит не в том, чтобы собрать информацию, установить стандарты и выявить проблемы, а в том, чтобы решить задачи стоящие перед организацией. Проведение измерений и оповещение об их результатах важны только как средства достижения этой цели.

Таким образом, контроль можно назвать эффективным только тогда, когда организация фактически достигает желаемых целей и в состоянии сформулировать новые цели, которые обеспечат ее выживание в будущем.

Для того чтобы быть эффективным, контроль должен быть своевременным, что заключается не в исключительно высокой скорости или частоте его проведения, а во временном интервале между проведением измерений или оценок, который адекватно соответствует контролируемому явлению. Значение наиболее подходящего временного интервала такого рода определяется с учетом временных рамок основного плана, скорости изменений и затрат на проведение измерений и распространение полученных результатов.

Проблема самоактуализации личности в управлении

Корсик Л.А.

Белорусский национальный технический университет

Всестороннее совершенствование экономических отношений, степень их гармонизации во взаимосвязи личности и общества при обязательном условии верного выбора средств и правильного их использования в стремлении к этим целям является наиболее существенными составляющими экономической культуры. Целью и смыслом этих отношений должна стать ориентация экономики на создание условий для всестороннего и гармоничного развития, самоактуализации личности при максимальном ее освобождении, но с обязательным условием разделения ответственности за результаты собственных решений.

В экономике важно понимать, что результаты производства являются целью, а привлекаемый капитал – средством их достижения. Очевидно, труд первичен, а капитал вторичен. Сколько бы капитала не привлекали, он не принесет прибыли без эффективного труда человека. Рост капитала является следствием эффективного труда. Поэтому необходим механизм формирования психологического климата уважения специалиста (личности) выше, чем капитала (материальной основы).

В рыночной экономике, чем большая часть работников каждой организации заинтересована в эффективности производства, тем более эффективным будет результат от внедрения инноваций. Важно заинтересовать работника не только извне, под влиянием руководства и установленной им формы распределения дохода, но и изнутри, т.е. максимально приблизить работников к тем же задачам и ощущению той же ответственности, которые решает и испытывает работодатель.

Сделать интересы работодателя и работника едиными, поставить их в одинаковые условия можно, используя систему оплаты труда, устанавливающую прямую зависимость положения работника от работы организации, от ее прибыли. Заработок работника должен распределяться по специальной системе, основанной на оплате по принципу в доле от прибыли, распределяемой пропорционально тарифным ставкам и окладам, сделанным на численность суммам. Работник в этом случае становится материально заинтересованным в творческом поиске приложения своих способностей для улучшения работы организации. В этих условиях он может вырабатывать решение не как наемное, а как напрямую заинтересованное лицо, несущее ответственность за результаты собственных инициатив в случае, если они будут использованы в работе организации.

Перекрестный стайлинг на рынках авторемонтных услуг

Макаревич Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Среди широкого спектра авторемонтных услуг заметное место занимают стилевые трансформации компоновочных, корпусных и кузовных деталей автотранспортной техники (АТТ). Стайлинговые решения предполагают реализацию особых дизайн-программ развития тюнинговых услуг с применением методов художественного конструирования.

Можно предположить, что разработка несколько вариантов стилистических и дизайнерских решений по товарной номенклатуре промышленного предприятия будет проходить с использованием ТРИЗ. Таким образом на первом уровне стайлинга предлагаются 5 приемов для дизайнерских решений, главным образом по корпусным деталям:

- собственно стайлинг – придание корпусным деталям какого-либо стиля, чаще всего – классического;
- рестайлинг – принципиальное изменение стиля корпусных деталей;
- полистайлинг – выпуск одного и того же изделия в разных стилистических решениях;
- дестайлинг – отказ от использования какого-либо стиля и применение приема запланированного устаревания;
- перекрестный стайлинг, опирающийся на эклектику – смешение разных стилей в одном креативном решении.

Подобная неоднородность отмечается в процессе развития творчества и креатива, когда параллельно существуют несколько стилевых направлений. Черты эклектики сопутствуют переходным процессам в творчестве креативного работника – дизайнера АТТ, когда он идет от подражания образцам к собственной манере, стилю.

Переход ко второму уровню следует начинать с локального рестайлинга или дифференцированного дизайна. На отечественных ремонтных предприятиях это может осуществляться в виде проектирования (на стадии производства) и установки (на стадии ремонта) функциональных и декоративных вставок в корпусные детали.

Таким образом, можно сформулировать две основные тенденции перекрестного стайлинга в автомобильной промышленности:

- 1) расширение гаммы стилей и числа форм кузова, выпускаемых под одной маркой;
- 2) сочетание в форме одной модели дизайнерских решений различных стилей и поколений.

Оценка системы технического сервиса тракторной техники в Республике Беларусь

Павлова В.В.

Белорусский национальный технический университет

Наибольший эффект от машин и оборудования, в особенности от сложных и дорогостоящих, которыми интенсивно насыщается сельское хозяйство, может быть получен при условии надлежащей организации в стране системы технического сервиса.

Концепция развития системы технического сервиса в современных условиях должна предусматривать:

активное, заинтересованное и обязательное участие изготовителя машин, оборудования и приборов в выполнении всего комплекса работ технического сервиса для полного, своевременного удовлетворения потребности товаропроизводителя во всех отраслях агропромышленного комплекса;

– надежно действующий экономический механизм с хозрасчетной основой, широким разнообразием функций, форм собственности и организации труда при взаимной заинтересованности сторон;

– оптимизацию размещения сети предприятий и производств технического сервиса по районам республики, исключение монополии в этой сфере;

– совершенствование организационных форм, технологии ремонта и технического обслуживания машин и оборудования агропромышленного комплекса с целью обеспечения их надежной и эффективной работой, формирование прокатных пунктов специализированной техники, использование положительного опыта машинно-тракторных станций по выполнению сельскохозяйственных работ;

– приведение в соответствие со спросом на услуги структуры действующих мощностей, ремонтно-обслуживающей базы агропромышленного комплекса, включая изготовление новых средств и деталей, внедрение научно-технического прогресса с учетом технической, экономической и социальной политики в новых условиях хозяйствования;

– оказание услуг с целью продления срока службы машин, приобретение у потребителя бывшей в эксплуатации техники, ее восстановление и продажа по льготным ценам с гарантией;

– коренное улучшение снабжения запасными частями, оборудованием и материалами, предоставление службам сервиса возможностей гарантированного обеспечения запасными частями потребителей с тем, чтобы исключить явление дефицита запасных частей.

Обоснование выбора перевозчика производственной или торговой фирмой в инновационной экономике

Павлова В.В.

Белорусский национальный технический университет

Предприятие, использующее в своей деятельности принципы и методы транспортной логистики, имеет неоспоримое преимущество перед конкурентами, не владеющими таковыми. Логистический подход предполагает постоянный и тщательный мониторинг ситуации на рынке автомобильных перевозок, что позволяет сделать транспортную работу предприятия более эффективной, а саму фирму более конкурентоспособной. Зачастую предприятия не осваивают и, соответственно, не внедряют в практическую деятельность логистические методы определения перевозчиков, упуская тем самым возможность более выгодной коммерческой работы с транспортными компаниями.

Выбор перевозчика (экспедитора) производственной или торговой фирмой заключается в: поиске и отборе потенциальных перевозчиков сырья, материалов, комплектующих изделий, готовой продукции и оценке перевозчика с точки зрения обеспечения доставки товаров с требуемым уровнем качества. При выборе перевозчика наиболее важными факторами являются: своевременность доставки, ставки оплаты, география бизнеса, время в пути, возможность отслеживания перевозки, внимательное обращение с грузом, финансовое состояние перевозчика, возможность доставки «от двери до двери», тип оборудования, удобное расписание, рассмотрение претензий, страхование грузов, возможность электронного обмена данными и другое. Отныне предприятие не «замкнуто» на конкретных перевозчиках, а имеет возможность выбирать, ориентируясь на их репутацию на рынке перевозок. В отношении перевозчиков, с которыми компания совершает большинство своих сделок, имеет смысл использовать «систему рейтинга перевозчиков». Процедура оценки выбора перевозчика клиентом предусматривает несколько этапов:

1) присваивается ранг (r_j) конкретному показателю по степени важности для клиента.

2) определяется вес (весовой коэффициент) a_j для каждого показателя, полученного из расчета общего количества факторов n , поделённого на соответствующий ранг;

3) производится ранжирование критериев выбора перевозчика и собственно сам выбор транспортной компании.

Перспективы развития автомобильного кластера в Республике Беларусь

Попкова А.С.

Институт экономики НАН Беларуси

Современные условия функционирования экономики обуславливают необходимость смены парадигмы управления производственными процессами, которая предполагает отказ от традиционной промышленной политики и переход к новой кластерной системе организации.

Кластер – это объединение взаимосвязанных предприятий и организаций, действующих в определенной сфере и взаимодополняющих друг друга. Кластеры предполагают создание инфраструктуры, поддержание инновационной среды, обеспечение коммуникации предприятий с научно-исследовательскими и учебными заведениями, банками, страховыми компаниями и другими организациями.

Например, в состав автомобильного кластера могут входить организации по следующим направлениям деятельности:

- сборочное производство автомобилей;
- производство автокомпонентов, материалов, узлов для автосборочных шводов;
- организации автосервиса и торговли, оказывающие сервисные услуги владельцам автомобилей;
- исследовательские, конструкторские, технологические, консалтинговые организации;
- организации, осуществляющие подготовку кадров для организаций кластера;
- финансовые организации, обеспечивающие текущее обслуживание, кредитование, страхование, деятельность на фондовом рынке.

Основной организацией автомобильного кластера может быть крупный завод (в Республике Беларусь это может быть МАЗ). Вокруг него может быть сформирована сеть мелких фирм - поставщиков деталей и комплектующих, а также компаний, оказывающих сопутствующие услуги. Отдельным элементом формирования инновационной среды в автомобильном кластере может быть технологический парк.

Ускоренное развитие технологий управления транспортом, логистики, новых транспортных средств способствуют усилению конкуренции в транспортной сфере и повышают значимость системы взаимосвязей между всеми её элементами, что обуславливает необходимость создания кластерных объединений в Республике Беларусь.

**Повышение экспортного потенциала
транспортных услуг г. Минска**

Попкова А.С.

Институт экономики НАН Беларуси

Анализ внешнеторгового оборота услуг организаций г. Минска показывает, что основную долю составляют транспортные услуги. Их доля в общем объеме экспорта услуг в 2010 г. составила 67%. Наибольший вклад в обеспечение положительного сальдо по транспортным услугам вносят услуги автомобильного и трубопроводного транспорта (см. табл. 1). Далее следуют услуги железнодорожного и воздушного транспорта. Услуги морского транспорта имеют отрицательное сальдо.

Таблица 1. Экспорт и импорт транспортных услуг организаций г. Минска за январь-сентябрь 2010 г., тыс. долл.

Виды услуг	экспорт	импорт	сальдо
Услуги транспорта:	987949,3	301528,0	686421,3
автомобильного	263853,1	103411,9	160441,2
железнодорожного	206433,6	126875,2	79558,4
воздушного	149524,0	36228,1	113295,9
морского	2431,8	16544,4	-14112,6
трубопроводного	359054,6	253,7	358800,9
Других видов	6652,2	18214,7	-11562,5

Источник: данные Министерства экономики.

Положительное внешнеторговое сальдо по услугам позволяет частично компенсировать отрицательное сальдо по товарам, что является важным фактором снижения дефицита текущего счета платежного баланса. Наряду с повышением экспортного потенциала транспортных услуг является приоритетным направлением экономической политики государства. Увеличение экспорта транспортных услуг возможно за счет реконструкции и модернизации транзитной инфраструктуры, развития международного сотрудничества в сфере грузовых перевозок, совершенствования придорожного сервиса, внедрения системы предварительного электронного декларирования, увеличения притока инвестиций в транспортную сферу, создания современных транспортно-логистических центров.

Особое внимание следует уделить обновлению парка автомобилей и железнодорожных составов с целью повышения качества оказываемых услуг. Для этого целесообразно использовать лизинговые схемы заключения контрактов.

Определение эффективности мультимодальной перевозки грузов

Сватко А.М.

Белорусский национальный технический университет

Перевозка грузов двумя и более видами транспорта при последовательной, параллельной или комбинированной схеме движения называется смешанной или мультимодальной перевозкой грузов. Лицо, организовавшее смешанную перевозку груза (оператор), несет ответственность при оформлении единого транспортного документа на всем пути следования груза независимо от количества видов транспорта.

Эффективность мультимодальных перевозок определяется совокупностью всех положительных преимуществ для избранного способа транспортировки грузов. Например, система доставки грузов, предусматривает объединение грузов при их перевозке по схеме «от двери до двери» на основе единого документа с одним оператором. При этом оператор выступает как субъект деятельности, становится контрактным перевозчиком и заключает договор с грузоотправителем. Перевозчик несет ответственность за выполнение всех операций, связанных с перевозкой и доставкой груза получателю. Затраты на перевозку груза при мультимодальной системе сообщения до пункта назначения определяются:

$$Z_{\text{пер.}} = Z_{\text{ос}} + Z_{\text{т}} + Z_{\text{нс}} + Z_{\text{н.з.}} + Z_{\text{ст}} + Z_{\text{п}},$$

где $Z_{\text{ос}}$ – потери от хранения товара на складе,

$Z_{\text{т}}$ – затраты на транспортировку,

$Z_{\text{нс}}$ – затраты от невыполнения заказов,

$Z_{\text{ст}}$ – расходы на страхование,

$Z_{\text{п}}$ – убытки от потери и порчи товара в пути.

При традиционной перевозке груза затраты складываются из тарифов всех перевозчиков, а также дополнительных расходов. Сравнивая показатели суммарных затрат товародвижения и сроки доставки груза можно определить эффективность перевозки грузов при мультимодальной и текущей схеме доставки и рассчитать по формуле

$$\mathcal{E} = V_{\text{т}}/Z, \text{ где}$$

$V_{\text{т}}$ – чистая прибыль по доставке груза грузополучателю;

Z – затраты при мультимодальной и традиционной схеме перевозки груза. Следовательно, эффективность мультимодальной перевозки грузов оценивается величиной прибыли при перевозке груза на единицу затрат на товародвижения.

Франчайзинг как инструмент управления бизнесом

Сватко А. М.

Белорусский национальный технический университет

В условиях перехода к рыночной экономике и интенсивному ее развитию важная роль принадлежит разработке и использованию системы франчайзинга. Как показала мировая практика, франчайзинг следует рассматривать как инновационную модель создания и управления бизнесом в условиях конкурентной экономики и влияния кризисных процессов. Создание новых предприятий, организаций и фирм требует вложения значительных денежных средств и разработки коммерческого механизма управления субъектом при работе на рынке. Система франчайзинга позволяет с минимальными затратами открывать новые предприятия, создавать действующие сети, быстро начать деятельность предприятия на рынке с получением прибыли.

Процесс формирования франчайзинговых отношений по передаче бизнес-пакета включает составление со стороны франчайзи бизнес-плана. Разработка, презентация и умение защитить бизнес-план показывает уровень подготовки и перспективность и уверенность потенциального франчайзи в процессе деятельности предприятия на рынке.

Бизнес-план включает следующие основные разделы:

- Введение – краткое описание планируемой деятельности и прогнозируемая величина получаемого эффекта.
- Информация о франчайзи – в этом разделе необходимо представить: полностью Ф.И.О., адрес его местонахождения или места проживания, контактные данные (номер телефона, факс, электронную почту и т. д.), правовую форму и регистрационный номер.
- Описание рынка – франчайзи должен описать условия и состояние рынка, на котором он собирается работать, как это повлияет на размер получаемой прибыли, а также дать характеристику выбранного сегмента рынка.
- Персонал фирмы – определяется наличием квалифицированного персонала и его творческого отношения к работе. Следует выделить лиц, которые будут работать на руководящих должностях, а также других работников и их квалификации (если они уже приняты на работу).
- Маркетинговый план – излагается важнейшие маркетинговые цели, система рекламной компании, которая направлена на увеличение объема продаж, это также касается внешнего вида будущей франчайзинговой точки.

Управление задолженностью как инструмент обеспечения финансовой устойчивости транспортной организации

Силакова Е.П.

Белорусский национальный технический университет

Одной из причин ухудшения платежеспособности субъектов хозяйствования может быть неправильное использование оборотного капитала, например, отвлечение средств в дебиторскую задолженность.

Так по состоянию на 01.01.2010г. дебиторская задолженность организаций Республики Беларусь составляла 42577,9 млрд. руб., а на 01.01.2011г. – 49457,2 млрд. руб., в том числе приходится на просроченную дебиторскую задолженность соответственно 7243,8 млрд. руб. (17,0 %) и 7387,3 млрд. руб. (14,9 %). Данное отвлечение средств практически сопоставимо с величиной инвестиций организаций Республики Беларусь в основной капитал: за 2009г. – 43377,6 млрд. руб. и за 2010г. – 4217,6 млрд. руб. Данное обстоятельство вызывает необходимость формирования стратегии управления дебиторской задолженностью в рамках регулирования расчетных операций между субъектами хозяйствования.

Согласно действующей в настоящее время «Инструкции по анализу и контролю за финансовым состоянием и платежеспособностью субъектов предпринимательской деятельности», финансовая устойчивость и платежеспособность организаций оценивается, путем сопоставления с нормативными значениями коэффициентов.

При таком расчете диагностируется и дебиторская задолженность как составная часть оборотных активов. Особое внимание при диагностике следует обратить на сомнительную дебиторскую задолженность, рост которой свидетельствует о возникающих проблемах в системе расчетов с партнерами.

Разработка мероприятий по сокращению и предупреждению образования дебиторской задолженности должна базироваться на конкретных хозяйственных ситуациях, всю совокупность которых можно подразделить на три типа:

Тип 1. Хозяйственные отношения между партнерами, основанные на длительных связях.

Тип 2. Хозяйственные отношения, основанные на разовых договорах купли-продажи.

Тип 3. Поставки товарно-материальных ценностей, используемых покупателями в качестве основных фондов.

Механизм управленческого аудита в системе контроллинга платежеспособности организации транспорта

Силакова Е.П.

Белорусский национальный технический университет

Контроллинг – это целостная концепция управления организацией, направленная на выявление шансов и рисков, связанных с получением прибыли. Управленческий аудит призван обеспечить организацию информацией, необходимой для управления и контроля за ее деятельностью и, в частности, ее платежеспособностью.

Механизм управленческого аудита раскрывает технологический процесс аудирования, этапы которого представлены в таблице.

Таблица – Основные этапы управленческого аудита

Этапы аудита	Содержание	Источники информации	Выходные документы
1. Подготовка проведения внутренней аудиторской проверки.	Изучение учредительных документов, приказов, распоряжений; технологии реализации услуг по перевозкам.	Учредительные документы, нормативные акты, приказы, первичные документы, учетные регистры и др.	Служебная записка руководителю организации о состоянии учета и отчетности.
2. Законодательное и нормативное обеспечение аудита.	Определение правовых, экономических, организационно-технических документов.	Нормативные акты, учетная политика, учредительные документы, пр.	Предложений по плану, программе аудита и порядка проведения работы.
3. Порядок проведения проверки.	Получение аудиторских доказательств и их систематизация.	Бухгалтерские и финансовые документы.	Перечень процедур для получения аудиторских доказательств.
4. Обсуждение предварительных заключений с руководством.	Выявление соответствия бухгалтерских записей и записей в регистрах, отчетности.	Рабочие документы аудитора, аудиторские доказательства.	Предложения и рекомендации руководству организации.
5. Подготовка отчета внутреннего аудита.	Обобщение результатов аудита деятельности организации. Заключение и предложения.	Аудиторские доказательства. Рабочие документы аудитора.	Отчет о результатах работы внутреннего аудитора.

Особенности учета расходов, связанных с эксплуатацией автомобильного транспорта

Сойко Р.А.

Белорусский национальный технический университет

К специфическим затратам, включаемым в себестоимость продукции (работ, услуг) по предприятиям автомобильного транспорта, относятся расходы на:

- содержание медперсонала, осуществляющего предрейсовый осмотр водителей;
- получение санпаспортов на автомобили и санитарных книжек водителями, осуществляющими перевозку продуктов;
- доплату за работу на полностью амортизированном подвижном составе в установленном порядке;
- осуществление международных перевозок.

В себестоимость продукции (работ, услуг) включаются расходы:

- по обеспечению выполнения санитарно-гигиенических требований;
 - расходы по обеспечению здоровых и безопасных условий труда и охраны труда;
 - оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров.
- Расходы, связанные с осуществлением международных перевозок:
- оплата за стоянку автомобиля в пути следования;
 - оплата обязательных дорожных, экологических, таможенных сборов за границей;
 - оформление документов на перевозку через границу;
 - оплата получения разрешений на проезд по территории иностранных государств;
 - приобретение книжек МДП для перевозки грузов и табличек «TIR»;
 - оформление перевозки опасных грузов, на которую требуется специальное разрешение и приобретение опознавательных знаков на перевозку таких грузов;
 - оплата за прохождение ветеринарного и фитосанитарного контроля перевозимых грузов;
 - оплата услуг на объектах погранично-таможенного оформления;
 - оплата за конвоирование грузов, находящихся под таможенным надзором;
 - оплата услуг по факсимильной связи;
 - оплата за эвакуацию транспортных средств в случаях аварий и технических неисправностей, мелкий вынужденный ремонт транспортных средств, за мойку транспортных средств.

Оценка конкурентоспособности услуг на автомобильном транспорте

Третьякевич Г.М.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время белорусские автоперевозчики всё больше внимания уделяют вопросам повышения конкурентоспособности своих услуг. Под конкурентоспособностью перевозок понимают комплекс потребительских и стоимостных характеристик, определяющих их предпочтительность для клиентуры по сравнению с аналогичными перевозками, которые выполняют другие автотранспортные организации (АТО). На рынке автотранспортных услуг клиент выбирает ту организацию, которая осуществляет перевозки необходимого качества по доступным тарифам.

При оценке своей конкурентоспособности фирма, прежде всего, определяет главных конкурентов, собирает сведения об их сильных и слабых сторонах, доле в общем объёме перевозок, номенклатуре оказываемых услуг, дополнительном сервисе, ценовой и сбытовой политике, наличии провозных возможностей, перспективах их расширения и т.д. Сбор информации о конкурентах - довольно сложная задача. Здесь оказывается полезным изучение рекламных материалов, финансового состояния, но чаще всего необходимые сведения можно получить от своих клиентов, которые поддерживают отношения с конкурентами.

Большинство методик оценки конкурентоспособности сводится к перемножению интегрального показателя качества и показателя стоимости. К сожалению, при их использовании аналитики часто сталкиваются с трудностями при доступе к информации по конкурентам исследуемой АТО. Поэтому для расчета коэффициента конкурентоспособности АТО можно предложить следующую формулу, которая представляет собой произведение коэффициентов объёма перевозок, качества, цены перевозок, коэффициентов имиджа АТО и ресурсных возможностей:

$$K_{kc} = K_Q * K_{кач} * K_c * K_{им} * K_{рес}.$$

Для расчёта всех этих коэффициентов необходимую информацию можно получить из рекламных материалов, из данных отчётности анализируемой АТО и в результате анкетирования клиентов. В идеальном случае значение коэффициента конкурентоспособности должно стремиться к единице.

Развитие конкуренции среди АТО позволит стимулировать на рынке транспортных перевозок предложение именно тех услуг, которые необходимы и выгодны потребителям.

Перспективы финансирования инновационных проектов в Республике Беларусь

Третьякевич Г.М.

Белорусский национальный технический университет

Финансирование научной, научно-технической и инновационной деятельности является ведущим направлением Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2011-2015 годы. В целях реализации государственной научно-технической политики государственными органами Республики Беларусь ежегодно выделяются ассигнования на эти цели из бюджета и других контролируемых ими источников.

В концепции данной программы радикально изменены подходы к привлечению источников финансирования инноваций. Так, предполагается значительное увеличение привлекаемых на эти цели иностранных инвестиций, доля которых в общем объеме финансирования программы должна вырасти до 28-30% с 10% в настоящее время. В частности, Госкомитет по науке и технологиям (ГКНТ) предлагает использовать возможности венчурного финансирования и привлекать в экономику Беларуси транснациональные компании в области химии, электроники, биотехнологий, черметики, фармакологии. Планируется также активизация роли банков в финансировании инновационных проектов. Ожидается, что банковские кредиты составят около 30% в общем объеме финансирования программы.

В результате реализации программы ожидается трехкратный рост экспорта наукоемкой продукции - с \$2,27 млрд. в 2010 году до \$6,4 млрд. в 2015 году. При этом доля высокотехнологичной продукции в экспорте должна вырасти с 4% до 14%.

В проекте концепции предусмотрено, что в результате реализации программы доля новой продукции в общем объеме промышленного производства вырастет с 19% в 2010 году до 25% в 2015 году, доля инновационно-активных предприятий увеличится с 25% до 30,5%, а доля сертифицированной продукции в общем объеме производства в 2015 году составит 11%.

Следует также подчеркнуть рост роли государства в стимулировании инновационной деятельности. Так, доля средств бюджета в финансировании инновационной деятельности будет поступательно увеличиваться и составит в 2015 году 1,5% ВВП.

Перспективным направлением финансирования инноваций является франчайзинг, т.е. предоставление платных услуг крупными фирмами другим предприятиям новых технологий, прогрессивных методов организации производства, сбыта продукции и т.п.

Информационные потоки в транспортно-логистических системах доставки товаров

Туровец А.М.

Белорусский национальный технический университет

Информационные потоки, протекающие в транспортно-логистических системах доставки товаров, можно разделить на два уровня:

- микроуровень: потоки уровня отдельного транспортного оператора участвующего в доставке товаров;

- макроуровень: потоки регионального, государственного и международного уровня, формируемые министерствами, ведомствами, торгово-транспортными организациями и ассоциациями.

Исходя из источника формирования на микроуровне выделяют:

1) внутрипроизводственные информационные потоки, связанные с оперативным управлением работой собственных служб:

- вертикальные (директивно-формальные), имеющие характер приказов, распоряжений, отчетов;

- горизонтальные (неформальные), имеющие координационный справочный характер

2) внешние, связанные с осуществлением коммерческой деятельности на рынке транспортно-логистических услуг:

- информация справочного, делового, законодательного, аналитического и рекомендательного характера.

Информационные потоки также различаются качественно, поскольку для эффективной работы предприятия нужна информация разного рода: справочного характера; сведения о текущей оперативной работе на месте; специальная, необходимая для принятия управленческих решений.

В условиях высокой конкуренции на рынке транспортных услуг возможно активное формирование случайных информационных потоков случайным образом, случайным инициатором - экспедитором из представляющего рынок транспортно - логистических услуг информационного массива "спрос - предложение". Конкретные потоки возникают как реализации соответствующих спросу предложений на основе экспедиторских предпочтений. Совокупность ПЭПП-цепей (Потребитель – Поставщик – Экспедитор – Перевозчик) определяет случайную транспортную сеть на рынке транспортных технологий и операций формирующую региональную транспортно-логистическую систему доставки грузов, в структуре информационных потоков которой доминируют сведения о спросе, предложениях, заключенных контрактах и результатах транспортных операций.

Значение и перспективы использования информационных технологий в транспортной логистике

Туровец А.М.

Белорусский национальный технический университет

Логистика, в особенности транспортная логистика, немислима без активного использования информационных технологий. Трудно представить себе формирование и организацию работы цепей доставки товаров без интенсивного оперативного обмена информацией между участниками транспортного процесса, без возможностей быстрого реагирования на потребности рынка транспортных услуг. На современном этапе развитие информационных систем и технологий, обеспечивающих возможность автоматизации типовых операций в транспортных процессах, делает логистику доминирующей формой организации товародвижения на технологически высококонкурентном рынке транспортных услуг.

Характерно, что все современные направления в развитии рынка транспортных услуг ориентированы на активное использование следующих перспективных и эффективных электронных технологий:

- e-mobility – использование возобновляемых источников энергии на автомобильном транспорте;
- e-business – электронная коммерческая деятельность;
- e-logistics – электронная логистика.

Перспективы дальнейшего внедрения информационных систем и технологий в транспортную логистику связаны, в частности:

- с информационной интеграцией на транспорте на основе Интернета и телематики с целью обеспечения глобального трансевропейского мониторинга движения товаров;
- с развитием сети высокоскоростных платных магистралей с дистанционными формами расчетов;
- с совершенствованием внутреннего и внешнего документооборота в транспортных и транспортно-обслуживающих компаниях;
- с формированием сети виртуальных транспортно-экспедиторских систем в Интернете для обеспечения самоорганизационных процессов в отношениях между клиентами и заказчиками (службы самозаказа);
- с решением проблем простоя транспорта на границах путем активного внедрения технологий "Green Custom" ("зеленая таможня"), основанных на электронном документообороте (EDI);
- с информационной интеграцией товаропроизводящих и транспортно-обслуживающих компаний с потребителями на платформе Интернет-технологий.

Шило А.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Конечной целью выборочного обследования является распространение полученных данных на генеральную совокупность. Широкое распространение получил способ прямого пересчета. По нему показатели генеральной совокупности рассчитываются путем умножения среднего значения (\bar{x}), найденного в результате выборочного обследования, с учётом предельной ошибки (Δ) на численность единиц генеральной совокупности (N) по формуле

$$(\bar{x} - \Delta) N < \bar{x} N < (\bar{x} + \Delta) N.$$

Формула не является бесспорной, ибо не задействован другой важный показатель выборочного обследования - дисперсия (D), - и по существу не аргументирована. В ряде источников [1-2] различное толкование $\bar{x} N$: в одних - среднее генеральной совокупности; в других - суммарное количество признака. Более глубоких исследований данного вопроса не обнаруживается. Между тем, очень важно оценить генеральную совокупность в целом без введения гипотетического количества единиц N . Автором делается попытка восполнения указанного пробела.

В результате математических исследований, подтверждённых расчетами на примерах, получены следующие результаты.

Значения признака генеральной совокупности с учётом предельной ошибки Δ , дисперсии D и среднего значения выборки \bar{x} содержатся в интервале $\bar{x} - 2\Delta - \sqrt{D} < x_2 < \bar{x} + 2\Delta + \sqrt{D}$.

Вероятность того или иного значения генеральной совокупности можно оценить формулами:

$$p(x_k) = (0,4 / \sqrt{D}) \times \exp(-(x_k - \bar{x})^2 / 2D).$$

Если $\bar{x} \approx D$ (их отношение в интервале (0,7; 1,3)), то предыдущая формула упрощается: $p(x_k) = 1/\bar{x} \times \exp(-(x_k / \bar{x}))$,

Приведенные формулы дают возможность оценить не только генеральную совокупность в целом, но и отдельные её значения.

Литература

1. Захаренков, С.Н. Статистика. – Мн.: БГУ, 2010.
2. Статистика. Под редакцией Елисеевой И.И. – М., 2009.

Физическая культура и спорт

Методика тестирования общей физической подготовки студентов-волейболистов

Бельский И.В., Сыманович П.Г., Ширяев А.А., Ермилов В.В.
Белорусский национальный технический университет

Современный волейбол определяется возрастающей интенсивностью выполнения технико-тактических действий в условиях жесткой единоборства, быстрыми переходами от оборонительных действий к атакующим и наоборот, большими объемами групповых тактических взаимодействий.

Все это предъявляет повышенные требования, как к уровню физической подготовленности, так и к уровню специальной работоспособности, основывающейся на функциональных возможностях организма занимающихся.

С целью разработки методического обеспечения физической подготовки студентов-спортсменов специализации волейбол, мы протестировали с помощью «Карты здоровья» 23 студентов, поступивших на первый курс университета в 2008 году и 24 студента – первокурсника 2009 года.

У каждого студента был определен индивидуальный уровень физических кондиций (ИУФК) и общий уровень физических кондиций (ОУФК).

Полученные экспериментальные данные позволяют:

- определить исходный уровень физической подготовленности и проследить её в динамике, как по годам поступления, так и в процессе всего обучения в вузе;
- определить средства и методическое обеспечение специальной физической подготовки;
- совершенствовать технико-тактическое мастерство спортсменов волейболистов в целом;
- в значительной мере оздоровить студентов, создавая у них положительную мотивацию к систематическим занятиям физическими упражнениями.

Результаты проведенного исследования послужили основанием для получения комплексной оценки физических кондиций студентов волейболистов и построения экспериментальных форм занятий физической культурой и позволяют создать должное методическое обеспечение процесса физической подготовки данного контингента занимающихся.

Меткость передач в баскетболе

Бондарь А.И.

НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь

Спортивные успехи в баскетболе во многом определяются количеством точных передач мяча. В научных целях меткость измеряется величиной отклонения от цели. В практике меткость определяется в процентах и выражается отношением удачных передач к общему числу попыток.

Цель исследования – исследовать генерализованные способности меткости баскетболистов при выполнении передач.

Методы и организация исследования -- анализ и обобщение литературных данных, методика собственной конструкции по определению точности передач.

В баскетболе имеется большой арсенал способов выполнения бросков и передач. Их двигательная структура различается прежде всего внешними проявлениями: траекторией движения руки, направленностью движения мяча в различных фазах приема, точкой выпуска мяча и т. д. Отсюда определенную актуальность приобретает проблема выявления потенциальных возможностей точного поражения цели каждым из применяемых в игре способов выполнения бросков и передач. Наши результаты корреляционного анализа, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что между способами передач мяча по критерию результирующей точности имеются тесные взаимосвязи. Выявлено, что при передаче мяча форма движения не определяет достижение цели. Точность различных по способу выполнения передач характеризуется генерализованной способностью баскетболиста проявлять меткость при различных формах движения. Установлено, что исключением из этого правила является только передача одной рукой из-за спины. Это значит, что по критерию меткости генерализуются только те способы передач, при которых движение мяча находится в поле зрения баскетболиста.

Между способами передач, используемыми в игровых условиях наиболее часто, имеется связь теснее, чем между остальными способами. У высококвалифицированных баскетболистов это: у мужчин – передачи двумя руками от груди и одной рукой от плеча; у женщин – двумя руками от груди и двумя руками сверху. Отчетливо просматривается тесная связь между способами, близкими по кинематике движений. Например, между передачами одной рукой снизу и одной рукой сбоку.

Итак, точность баскетболистов характеризуется генерализованной способностью проявлять меткость при различных способах выполнения передач.

Влияние нейропептидного препарата кортексин на активность антиоксидантной системы у спортсменов-биатлонистов

Гананольский В.П., Зарубина И.В., Бычков Е.Р., Прошин С.Н.
Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова
(Санкт-Петербург, Россия)

Кортексин является препаратом полипептидной природы, получаемым путем экстракции из коры головного мозга крупного рогатого скота. Этот препарат практически не имеет побочных эффектов и даёт выраженный коррекционный эффект на функциональное состояние организма.

В ходе исследования была изучена возможность использования кортексина для коррекции функциональных нарушений, связанных с длительными психоэмоциональными и физическими нагрузками, возникающими у спортсменов в процессе тренировочно-соревновательной деятельности. В частности, была оценена активность прооксидантной и антиоксидантной систем: содержание продуктов липопероксидации (дневные конъюгаты жирных кислот и малоновый диальдегид) и показатели активности антиоксидантной системы (восстановленный глутатион и супероксиддисмутаза).

Известно, что при интенсивных физических нагрузках усиливаются процессы перекисного окисления липидов и в крови накапливаются продукты этих процессов, что является одним из факторов, лимитирующих работоспособность человека.

Для оценки состояния прооксидантной системы крови в настоящей работе был использован уровень дневных конъюгатов жирных кислот и малонового диальдегида в сыворотке крови. Было показано, что 10-дневный курс кортексина снижает уровень липопероксидации крови, в частности содержание малонового альдегида было достоверно снижено на 8% в экспериментальной группе. Состояние антиоксидантной системы крови оценивали по уровню восстановленного глутатиона и активности супероксиддисмутазы в крови. Наряду со снижением уровня липопероксидации применение кортексина сопровождалось активацией антиоксидантных систем. На фоне действия кортексина в крови спортсменов-биатлонистов экспериментальной группы достоверно увеличивалось содержание восстановленного глутатиона на 21%.

Таким образом, благодаря своему фармакологическому действию кортексин может быть использован как средство коррекции функциональных нарушений антиоксидантной системы организма спортсменов при повышенных физических нагрузках.

Фитнес и здоровье студентов

Дражина И.В., Пашкова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Повседневная студенческая жизнь представляет собой, в большей степени, гиподинамический процесс, связанный с недостатком движения. Такой образ жизни студентов атрофирует мышечные ткани, снижает уровень гибкости и подвижности в суставах, ухудшает обменные процессы в организме. В связи с этим возникает недовольство собственной фигурой и внешним видом, возникает неуверенность в себе, снижается самооценка, теряется внутренняя гармония с окружающим миром.

Занятия фитнесом и здоровый образ жизни не только улучшат фигуру, но и придадут уверенность в себе, позволят довольно долго сохранять хорошую физическую форму.

Основу занятий должны составлять различные динамические упражнения с широкой и разнообразной амплитудой движения, а главным принципом этих упражнений будет большое количество повторений с незначительной интенсивностью. Естественные движения, при достаточно интенсивном выполнении, позволят обеспечить безопасную нагрузку на суставы. При выполнении упражнений, доступных для студентов, легко контролируется дыхание, а упражнения, направленные на развитие определенных мышечных групп, позволят исключить ненужные нагрузки на организм студентов, экономя при этом время, силы, а также будут способствовать повышению эффективности занятий.

При регулярных занятиях фитнесом студенты почувствуют себя намного сильнее, мышцы всегда будут находиться в тоне, улучшится настроение, обретется уверенность в себе и в собственные силы.

Не стоит пугаться того, что занятия фитнесом создадут дисгармонию в формировании фигуры, гормональный баланс женского организма просто не позволит это сделать, так как, чтобы добиться подобных результатов, необходимо заниматься ежедневно и по несколько часов по специальной программе бодибилдинга, которая не имеет ничего общего с фитнесом. Регулярные занятия фитнесом лишь позволяют скорректировать фигуру и придать ей красоту и гармонию.

В связи с вышеизложенным можно заключить, что занятия фитнесом или физкультурой со студентами улучшат общее самочувствие, улучшат самооценку, поднимут настроение, придадут уверенность в себе, тем самым повысят социальную активность и способность адаптироваться к внешним проявлениям окружающей среды.

Влияние нагрузки в виде ходьбы на различные физиологические системы и органы организма студентов СМО

Евсейчик Л.А.

Белорусский национальный технический университет

Многообразие физических упражнений, характеризующихся различным воздействием на организм, основаны на естественных движениях человека.

Одним из самых естественных видов двигательной деятельности является ходьба. Многие специалисты признают, что это весьма эффективный вид нагрузки, так как способствует активизации многих мышечных групп, органов, физиологических систем. Нагрузка при ходьбе легко поддается дозированию. Она имеет очень много различных вариантов, что позволяет обеспечить необходимый объем двигательной активности, не вызывая адаптации организма к знакомой нагрузке. Знание и учет особенностей видов ходьбы позволяет выбрать именно тот вид который наиболее полно соответствует состоянию здоровья в данный момент.

Дозированная ходьба применяется для профилактики, реабилитации и во время лечения различных заболеваний.

Ходьба является наиболее доступным видом двигательной активности что позволяет использовать ее в самостоятельных занятиях.

Целью данной работы было определить влияние нагрузки в виде ходьбы на различные физиологические системы и органы организма студентов специального медицинского отделения.

В исследовании принимали участие студенты с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, пищеварительной системы, заболеваниями органов зрения, опорно-двигательного аппарата, дыхательной системы.

В начале и конце исследования проводилось тестирование, при котором выявлялась динамика положительных изменений в функциональном состоянии занимающихся и их работоспособности. В течение всего времени проводился опрос о влиянии нагрузки на организм студентов специального медицинского отделения участвующих в эксперименте.

Результаты исследования показали, что при благоприятных условиях в сочетании с процессом закаливания, ходьба является наиболее эффективным средством улучшения и укрепления общего здоровья. Ходьба в сочетании со специальными упражнениями может быть использована в работе со студентами специального медицинского отделения.

Оперативное функциональное состояние баскетболисток в соревновательном периоде

Журович В.С., Винидиктова С.М., Голенко А.С., Яцкевич О.В.
Белорусский национальный технический университет
Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

На протяжении всей игры, баскетболисты демонстрируют множество технических приемов, внезапных, быстрых перемещений, прыжков, проявляя высокий уровень двигательных и функциональных способностей. По этой причине диагностика функциональных состояний игроков, в течение соревновательного периода имеет огромное практическое значение.

Цель работы – оперативный контроль за функциональным состоянием игроков различных амплуа женской баскетбольной команды высшей лиги Республики Беларусь по показателям сердечного ритма в соревновательном периоде.

Методы и организация исследования. Запись сердечного ритма осуществлялась во время выполнения ортостатической пробы до тренировки в положении лежа и в положении стоя при помощи экспресс-анализатора «Олимп-2». Анализу подвергались: ЧСС_{ср} – частота сердечных сокращений; $\Delta R-R$ – вариационный размах; AM_0 – амплитуда моды [1]. В исследовании приняли участие 8 баскетболисток (2 – МС, 6 – I ранга).

Результаты исследования. Анализ индивидуальных значений ЧСС позволил выявить у двух игроков (центральной и нападающей) отличную орто-реакцию парасимпатикотонического типа. При этом у нападающей AM_0 уменьшились с 30,0% до 27,3%, $\Delta R-R$ увеличился с 0,29 до 0,40 с. У центральной AM_0 увеличилась с 45 до 55%, $\Delta R-R$ – с 0,17 до 0,68 с.

Удовлетворительная орто-реакция по симпатикотоническому типу наблюдалось у другой центральной, двух игроков защитной линии и одного игрока нападения. При этом у центральной и одного защитника отмечалось увеличение $\Delta R-R$, у двух других игроков уменьшение. Увеличение AM_0 наблюдалось у всех четырех игроков с 20,0 до 42,0%.

Неудовлетворительная орто-реакция симпатикотонического типа прослеживалась у двух игроков линии нападения. У данных игроков показатели AM_0 увеличились с 27,1 до 55,7%. $\Delta R-R$ уменьшился с 0,95 до 0,35 с.

Литература

1. Баевский, Р.М. Ритм сердца у спортсменов / Р.М. Баевский, Р.Е. Мотылянский. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 143 с.

**Динамика показателей сердечного ритма бегуний на 400 метров
в подготовительном периоде**

Журович В.С., Яцкевич О.В., Голенко А.С., Винидиктова С.М.
Белорусский национальный технический университет
Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

Анализ сердечного ритма может играть значимую роль в прогнозировании функциональных состояний. Так как состояния регуляторных систем, их способность обеспечить необходимую адаптацию организма к физической нагрузке являются важным в прогнозе тренированности.

Цель. Проследить динамику показателей сердечного ритма квалифицированных бегуний на 400 м в подготовительном периоде.

Методы и организация исследования. Запись сердечного ритма проводилась в состоянии покоя до тренировочного занятия при помощи экспресс-анализатора «Олимп-2» в подготовительном периоде (общеподготовительный, специально-подготовительный этапы). Анализу подвергалась динамика показателей частоты сердечных сокращений (ЧСС), амплитуды моды (АМо), вариационного размаха ($\Delta R-R$) и индекса напряжения (ИН) легкоатлеток (2 МСМК, 2 МС, 3 КМС).

Результаты исследования. Анализ показателей сердечного ритма на общеподготовительном этапе позволил установить удовлетворительный механизм адаптации к воздействующим тренировочным факторам у всех спринтеров. При этом показатели АМо колебались от 29,4 до 44,0 %, результаты $\Delta R-R$ от 0,22 до 0,41 с, показатели ЧСС от 58 до 64 уд./мин и ИН от 26 до 60 усл. ед.

Анализ динамики показателей сердечного ритма в начале специально-подготовительного этапа показал удовлетворительный механизм адаптации к тренировочным воздействиям у двух МСМК, двух КМС и одного МС. При этом у одного МСМК показатели АМо, ЧСС и ИН уменьшились с 37,2 до 32,5 %, с 59 до 58 уд/мин и с 27 до 23 усл./ед соответственно, а $\Delta R-R$ увеличился с 0,33 до 0,45 с. У второго МСМК показатели АМо уменьшились с 34,7 до 29,0 %, показатели $\Delta R-R$ увеличились с 0,22 до 0,34 с, результаты ЧСС выросли с 58 до 60 уд/мин, а ИН понизился с 31 до 25 усл. ед.

У двух легкоатлеток (МС и КМС), наблюдалось некоторое учащение пульса с 62 до 64 уд/мин и с 63 до 65 уд/мин, уменьшение $\Delta R-R$ с 0,41 до 0,34 с и с 0,40 до 0,29 с, и увеличение показателей АМо с 29,4 до 36,2 % и с 44,0 до 46,0 % соответственно. Подобные изменения характеризуют неудовлетворительный тип адаптации к тренировочным воздействиям

Особенности профессионально-прикладной физической подготовки студентов технического вуза

Ковель С.Г., Халло Г.В., Герасимчик М.С.
Белорусский национальный технический университет

Особенность профессионально-прикладной физической подготовки (ППФП) заключается в ее специальной направленности на достижение в процессе обучения и воспитания непосредственно прикладных результатов для избранной профессиональной деятельности, которая выражается в специфическом содержании и методике ППФП. Направленность, задачи и содержание ППФП студентов вуза определяется: анализом предстоящей профессиональной деятельности, характером рабочей позы и движений, особыми внешними условиями профессиональной деятельности, режимом труда и отдыха, особенностями динамики работоспособности специалистов в процессе труда и спецификой их профессионального утомления и заболеваемости. (читается, что специальная направленность занятий, где с помощью средств и методов физического воспитания моделируются характерные для будущей трудовой деятельности физические и психические нагрузки, позволяет достичь большего эффекта в развитии профессионально значимых качеств и навыков [1]).

Цель исследования - выявить характерные особенности будущей двигательной деятельности производственного труда, и как следствие, определить направленность ППФП студентов различных специальностей приборостроительного факультета БНТУ.

Анализ данных, характеризующих будущую профессиональную деятельность студентов приборостроительного факультета БНТУ, позволяет выделить два направления: профессии, связанные с конструированием, эксплуатацией и обслуживанием приборов и оборудования (специалисты с квалификацией инженер-электромеханик, инженер - электроник, инженер-технолог, инженер-инструктор) и профессии, связанные с преимущественно умственным и управленческим характером трудовой деятельности (специалисты с квалификацией инженер-экономист, менеджер-экономист). Двигательная деятельность представленных профессий характеризуется в одних случаях ограниченной двигательной активностью умственным напряжением, однообразной позой (сидя), утомлением зрительного анализатора, в других - длительным пребыванием на ногах. В связи с этим направленность учебных занятий различных специальностей приобретает ряд характерных особенностей профессионально-прикладной физической подготовки.

Элементы новизны в спортивных и подвижных играх

Милько-Черноморец Ю.А., Кривчик Н.А.
Белорусский национальный технический университет

Одной из задач занятий по физической культуре и спорту является пропаганда физической культуры и спорта, здорового образа жизни, расширение знаний о многообразии направлений, видов и средств активного времяпрепровождения, формирование навыков самостоятельной организации досуга с использованием средств физической культуры и спорта, формирование у студентов положительной мотивации к самим занятиям, а также поддержание интереса к этому предмету.

При выполнении этой задачи важная роль отводится спортивным и подвижным играм. Они способны привлечь большее число людей с различными потребностями и возможностями к занятиям физической культурой не только на учебных, самостоятельных занятиях и спортивных массовых мероприятиях, но и во время активного отдыха.

Как показал опрос, 81% студентов первого курса БНТУ факультета энергетического строительства 2009 года поступления предпочитают пассивно-развлекательный отдых активному досугу. Большую часть свободного времени студенты тратят на просмотр фильмов и телепередач развлекательного характера, играм на компьютере, общение в сети интернет, на встречи с друзьями. Из форм организаций активного досуга студенты предпочитают спортивные игры - 73%.

Однако, следует отметить, что в самостоятельных занятиях молодежи не всегда может реализовать свои потребности по ряду объективных причин: ограниченность мест для занятий - 57%, численный состав команд - 43%, высокая стоимость материально-технического обеспечения - 20% и т.д.

Оптимальным решением в этой ситуации представляется внедрение таких игр, как бочча, фрисби, футбэг, маткот (пляжный теннис), спидминтон, корфбол, питербаскет, футболтеннис, фистбол, ринго. Некоторые из этих игр являются разновидностью основного вида, а некоторые совмещают несколько видов. Для одних игр оборудование является более мобильным, для других правила – более демократичными. При этом в силу малоизвестности всем им присущи элементы новизны.

Новизна, разнообразие, эмоциональность повышают интерес к физической культуре и спорту. Полученные знания о многообразии направлений, видах и средствах активного времяпрепровождения способствуют формированию добрых семейных традиций, нацеленных на активное занятие физической культурой.

К вопросу о распределении студентов БНТУ по учебным отделениям

Петровская О.Г., Фомочкина Г.И.

Белорусский национальный технический университет

Согласно типовой учебной программы по предмету «Физическая культура» (2008 г.) распределение студентов по четырем учебным отделениям: основному, подготовительному, специальному (включая группы ЛФК) и спортивному производится по справкам формы 0-86 предоставляемым при поступлении в ВУЗ, а так же на основании результатов врачебно-педагогического контроля. По результатам законодательно гарантированного ежегодного медицинского осмотра и определения уровня физического здоровья студенты должны распределяться на основную (ОГ), подготовительную (ПГ) и специальную медицинскую группы (СМГ) и группу лечебной физической культуры (ЛФК), в которую направляются студенты в отдельных случаях при стойких нарушениях в состоянии здоровья соматического или функционального характера.

Авторами был проведен анализ распределения 12503 студентов 13 факультетов БНТУ по учебным отделениям с 2007 по 2010 г.г согласно справке формы 0-86 (см.таблицу. .1).

Таблица . 1

Год поступления	ОГ (%)	ПГ (%)	СМГ (%)	ЛФК (%)	Дообследование (%)
2007	54,9	26,9	12,9	1,1	4,2
2008	53,5	29,1	11,5	0,8	5,1
2009	52,2	27,7	15,2	0,7	4,2
2010	53,1	30,1	12,5	1,8	2,5

Исходя из полученных данных среди студентов 1-4 курсов к основной медицинской группе с диагнозом «практически здоров» относятся 53,3%, а оставшиеся 46,7% имеют нарушения в состоянии здоровья той или иной степени тяжести. Особенностью диагнозов является их комплексный характер – у 61,3 % в анамнезе несколько заболеваний. По результатам медицинского осмотра 1 курса 2010 года поступления проведенного в октябре-декабре 2010 года только 44,8 % студентов могут быть отнесены к основной медицинской группе по состоянию здоровья. Необходимо отметить, что медицинский осмотр студентов вузов г. Минска в период с 2007 по 2009 не проводился. Преподаватели физической культуры не владеют достоверной информацией о состоянии здоровья студентов 2-4 курсов. В данной ситуации разумным решением проблемы представляется обязать студентов ежегодно, к началу учебного года, предоставлять медицинскую справку о состоянии здоровья.

Сысоева И.В.

УО «Белорусский государственный университет физической культуры»

Реабилитация спортсменов с травмами опорно-двигательного аппарата (ОДА) предусматривает комплексный подход. Достижение лечебного и восстановительного эффектов возможно с применением современных физиотерапевтических методов. Одним из наиболее перспективных методов является высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия (ВИМТ).

Задачей настоящего исследования явилось изучение влияния ВИМТ на нервно-мышечные структуры организма спортсмена при лечении травм ОДА в Республиканском центре спортивной медицины.

Средний возраст спортсменов составил $24,2 \pm 2,6$ года, средний спортивный стаж $-11,8 \pm 1,16$ лет. Среди обследуемых были представители игровых видов спорта, спортивной гимнастики и аэробики. По уровню спортивного мастерства преобладали спортсмены перворазрядники – 33,3% и мастера спорта 40%. Характер спортивных травм определяли, в основном, повреждения капсульно-связочного аппарата (38%), мышц и сухожилий (43%).

Для проведения магнитотерапии использовали прибор «Нейро-М» Применялась контактная сканирующая методика с индукцией 1,1-1,4 Тл, частотой следования стимулов 0,4-1,3 Гц, периодами стимула – 9-10 секунд, межстимульным интервалом – 1-2 секунды, временем стимуляции 6-12 минут. Курс состоял из 8-12 процедур, проводимых ежедневно.

До и после курса магнитотерапии проводили клиническое и электро-нейромиографическое (ЭНМГ) обследование спортсменов на аппарате «Нейро-МВП-4». Использовали методики интерференционной поверхностной миографии и стимуляционной нейромиографии. Сравнение количественных показателей до и после лечения проводили по программе «Biostat» с использованием непараметрического критерия Уилкоксона.

Клинически положительный результат курсового применения ВИМТ получен у 93,33% спортсменов. При этом отмечалось достоверное ($p < 0,05$) увеличение амплитуды и частоты интерференционной кривой, а также амплитуды М-ответа на травмированной конечности. Полученные электро-физиологические данные тесно коррелировали с обратным развитием основных клинических проявлений травм ОДА.

Таким образом, метод ВИМТ у спортсменов с травмами ОДА способствует восстановлению нормальной биоэлектрической активности пери-ферического нервно-мышечного аппарата при его повреждении и может быть использован для повышения эффективности реабилитационных мероприятий.

Профессиональная подготовленность студентов ФГДЭ по специальности «горный инженер»

Усаченок О.А., Казакова Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Состояние окружающей среды – одно из основных условий, во многом определяющих здоровье людей. Экологическая ситуация на территории Беларуси признается относительно благополучной, но есть и проблемные регионы. На территории города Солигорск размещается самый крупный по масштабам воздействий на природную среду производственный объект – ЦО «Беларуськалий». Работа горняка по психическим и физическим нагрузкам является одной из наиболее сложных. Труд в подземных условиях имеет ярко выраженную специфику: загазованность воздуха, шум, вибрация, статическое электричество, электромагнитное излучение, температура воздуха и его влажность. Все эти факторы ведут к нарушению функционального состояния ЦНС, ССС, дыхательной и эндокринной системы, изменению слухового и вестибулярного анализаторов.

Целью данной работы является определение уровня физической подготовленности и функционального состояния студентов первого курса ФГДЭ основного отделения, проживающих в городе Солигорск. В данной работе нами были поставлены следующие задачи: определение уровня физической подготовленности студентов, проживающих в городе Солигорск; определение их функционального состояния и анализ полученных результатов. Для определения уровня физической подготовленности было проведено тестирование по следующим нормативам: бег на 1000 метров, бег на 100 метров, прыжок в длину с места, подтягивание, сгибание и разгибание рук в упоре лежа, наклон туловища из положения сидя. Для определения функционального состояния студентов нами были проведены функциональные пробы: Штанге, Генчи, Мартине-Кушелевского.

Результаты данной работы показали, что уровень физической подготовленности студентов находится на нижней границе допустимой нормы. Уровень функционального состояния – удовлетворительный. Студентам были рекомендованы индивидуальные задания, повышающие уровень общей выносливости, а также комплексы дыхательной гимнастики для увеличения функциональных возможностей резервных долей легких.

Из чего следует, что физическое воспитание должно быть направлено на всестороннее развитие физических способностей, укрепление здоровья, что будет способствовать обеспечению высокой работоспособности.

Состояние и пути совершенствования физического воспитания студентов в вузах

Червонецкий В.В., Пересыпкин И.В.

Восточноукраинский национальный университет имени
Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

Физическая культура – важная составляющая обучения студентов в высшем учебном заведении, которое направлено на укрепление их здоровья, повышение уровня физического развития и обеспечение подготовленности к будущей профессиональной деятельности.

Учебный процесс по дисциплине физическая культура предусматривает всестороннее физическое развитие студентов, а также формирование активного отношения и интереса к занятиям физической культурой.

Нужно отметить, что для совершенствования и повышения эффективности процесса обучения, воспитания и образования по дисциплине физическое воспитание необходимо учитывать потребности предпочтения и интересы в организации и проведении занятий студентов что иногда не учитывается.

Для изучения потребностей интересов была проведена опрос студентов, в результате которого выяснилось, что ракеточные виды (бадминтон, теннис, сквош) вызывают большой интерес у первокурсников, и избравшие их студенты не утрачивают интерес к учебно-тренировочному процессу в старших курсах, что в свою очередь является предпосылкой к тому, что покинув стены университета, игра останется надежным стражем здоровья и активного долголетия. С учетом данной тенденции руководство кафедры вносит активные коррективы в построение учебно-тренировочных планов работы.

Совершенствование физического здоровья является частью общественного развития, а физическая активность гарантирует человеку здоровье тела и разума. Пути совершенствования физического развития различны и многогранны. Посещение учебных и секционных занятий студентами способствует дальнейшему внедрению в их сознание принципов здорового образа жизни, создает условие для оздоровления всего общества.

Естественные и точные науки

**Естественно-научные
дисциплины**

К вопросу формирования контингента технического вуза

Воронова Н.П., Костюкевич Е.К.

Белорусский национальный технический университет

Формирование контингента современного технического вуза – один из аспектов его деятельности, в качестве и результатах которого одинаково заинтересованы общество, государство и сам вуз.

Опыт показывает, что абитуриенты технических вузов менее информированы о выбранной специальности, чем желающие поступить в медицинские, педагогические, сельскохозяйственные и творческие вузы, они почти не в состоянии оценить собственные способности к инженерной технической деятельности. В отличие от будущих учителей и врачей, абитуриенты технических вузов – вчерашние школьники – реального контакта с инженерным делом, как правило, не имели. Успехи инженеров известны не так широко, как достижения представителей творческих профессий (актеров, музыкантов, художников, журналистов и др.). Значительное число абитуриентов технических вузов имеют лишь общее представление об инженерной профессии.

В то же время очевидно, что если молодой человек в школьные годы увлекался определенным направлением в технике (техническим творчеством), то, поступая в вуз, осознанно выбирает специальность с целью получить полноценные знания. Такие молодые люди имеют также потребность продолжать заниматься научно-техническим творчеством и научными исследованиями на новом, более высоком уровне. Поэтому именно они составляют уникальное ядро, аккумулирующее способных к творчеству, будущих ученых, изобретателей, рационализаторов.

С точки зрения формирования контингента технического вуза, организация конкурсов научно-технического творчества является весьма активной. Она дает возможность для молодых людей проявить творческие способности, реализовать научные и познавательные интересы, заложить фундамент своей будущей учебы в вузе и дальнейшей работы в интересующей области.

По мнению авторов, представители учащейся молодежи, хорошо себя проявившие в техническом творчестве, должны иметь широкие возможности для поступления в вузы вне конкурса. Но, к сожалению, конкурсов в сфере техники, по статусу приравненных к олимпиадам школьников, у нас в стране фактически нет. Необходима официальная республиканская система мероприятий в области научно-технического творчества учащихся, которая позволяла бы призерам поступать в любой технический вуз на льготных условиях.

Повышения качества на предприятиях промышленности Беларуси

Воронова Н.П.,¹ Макарова А.Н.²

¹ Белорусский национальный технический университет

² Белорусский государственный экономический университет

Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011-2015 годы одним из приоритетных направлений развития национальной экономики определено наращивание экспорта и совершенствование его структуры за счет выпуска качественной, востребованной на мировых рынках, наукоемкой, ресурсосберегающей и экологически чистой продукции. Повышение качества отечественных товаров и услуг имеет первостепенное значение для обеспечения выхода продукции белорусских производителей на зарубежные рынки, интеграции страны в мировую экономическую систему. Наращивание объемов экспорта во многом зависит от увеличения выпуска конкурентоспособной продукции и расширения ее номенклатуры.

Основная цель политики Министерства промышленности Республики Беларусь в области качества – создание условий для разработки и производства продукции, соответствующей требованиям международных и европейских стандартов, а также конкурентоспособной на внутренних и внешних рынках. По итогам 2009 года 185 организаций Министерства промышленности имеют сертифицированные системы менеджмента качества, отвечающие требованиям международных стандартов ИСО серии 9000; 30 организаций получили право маркировки своей продукции знаком CE (автобусы, холодильники, компрессоры, лифты, трансформаторы, электродвигатели, сельскохозяйственная техника металлообрабатывающее оборудование, сортовой прокат, и др.); 19 организаций имеют сертификаты на системы управления окружающей средой ИСО серии 14000.

Организациями проводится целенаправленная работа по сертификации продукции как обязательной, так и добровольной. Доля сертифицированной продукции в общем объеме промышленного производства в 2009 году составила более 75%.

Таким образом, в области качества промышленность Беларуси стремительно развивается и совершенствуется. С целью повышения профессионального уровня специалистов, распространения опыта наиболее эффективно работающих менеджеров по качеству; пропаганды в стране и за ее пределами достижений белорусских предприятий в области качества, проводятся различные конкурсы, вручаются премии, где предприятия промышленности занимают достойные места.

Костюкевич Е.К.

Белорусский национальный технический университет

Умение проводить научные исследования становится для инженера по необходимости, так как часто лишь с их помощью удается учесть особенности конкретных условий производства и выявить резервы повышения его эффективности. Для выполнения необходимых исследований инженер должен владеть методами планирования эксперимента, обработки и анализа его результатов, методиками проведения исследований, эффективно работать источниками информации научного характера. Ознакомление со всеми перечисленными вопросами реализуется при изучении курса «Основы научных исследований и инновационной деятельности», который введен в учебные планы технических специальностей в соответствии с образовательными стандартами второго поколения.

Изучение вышеназванного курса ставит следующие задачи: ознакомление студентов с методами постановки и организации научного исследования, с основными направлениями инновационной деятельности, развитие у студентов навыков поиска и обработки научно-технической информации, освоение студентами современных методов экспериментального исследования и обработки результатов эксперимента, развитие у студентов навыков самостоятельной работы, умения самостоятельно формулировать задачи исследования и разрабатывать методику проведения эксперимента, развитие у студентов навыков принятия инженерных решений инновационной деятельности. Курс имеет практико-ориентированную направленность, формы занятий – лекции, практические, работа с применением современных информационных технологий.

Для технических вузов в условиях интенсивного обновления инженерных знаний и развития способности к инновационной деятельности необходимо, чтобы между дисциплинами, входящими в учебные планы специальностей, были установлены преемственные связи, что позволит реализовать непрерывность в формировании и развитии познавательной активности студента на всем протяжении обучения в вузе. Для развития научно-исследовательского потенциала будущих инженеров следует, чтобы стали обязательными курсовые научно-исследовательские работы, а также исследовательская часть дипломного проекта. Таким образом, знания, полученные при изучении дисциплины «Основы научных исследований и инновационной деятельности» могут быть использованы при работе над курсовыми, дипломными проектами, участии в научно-исследовательских работах, научных конференциях и конкурсах и т.п.

Учебно-операционная и содержательная преемственность

Ревтович В.Н., Чернявская С.В.

Белорусский национальный технический университет

Преемственность в обучении выступает как последовательность и непрерывность всей учебно-воспитательной работы на каждом её этапе, как согласованность между стадиями развития этого процесса, выражающаяся в установлении связи между частями учебного материала на различных ступенях его изучения, в требованиях, предъявляемых к знаниям, умениям и навыкам обучаемых, а также в формах, методах и приёмах обучения.

Для успешности реализации преемственности в процессе обучения необходимо различать два ее вида: во-первых, содержательную преемственность – преемственность в содержании образования на каждой ступени обучения, во-вторых, учебно-операционную преемственность в формах, методах и способах организации учебно-познавательной деятельности обучающихся на каждой ступени обучения.

В БНТУ осуществление преемственности в обучении фундаментальным наукам между разными этапами школьного и вузовского обучения реализуется кафедрой естественно-научных дисциплин через подготовительное отделение, подготовительные курсы ЦТ и подготовительные курсы выездные. Проводимые занятия позволяют повысить уровень и качество знаний учащихся по физике и математике, основополагающих для продолжения образования в БНТУ предметов. Преподаватели также разъясняют, как вести конспект лекций, готовиться к практическим и семинарским занятиям.

Такая пропедевтическая работа с будущими первокурсниками необходима, так как они без предварительной подготовки не в состоянии сосредоточить своё внимание и быть готовым к сознательному восприятию и воспроизведению, сравнительно быстро (за несколько минут) включиться в активный мыслительный процесс. Кафедрой проводится работа с преподавателями учреждений образования, на базе которых организованы выездные подготовительные курсы

Для этого на кафедре создан и постоянно действует республиканский научно-методический семинар «Современные технологии образования в преподавании блока естественно-научных дисциплин», основной задачей которого является не только сохранение творческого потенциала и квалификации учителей, а также их непрерывное совершенствование и постоянное развитие.

Метод оценки при нахождении области значений алгебраических дробей

Чернявская С.В., Ревтович В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Задачи на нахождение области значений функций (или их наибольших-наименьших значений) представляют определенную трудность, поскольку не существует единой методики решения. Все зависит от конкретного вида функции. Выражения, содержащие алгебраические дроби, сложные в исследовании, особенно если оно проводится без использования средств мат.анализа. В вариантах централизованного тестирования даже самые простые из них находятся в части Б. Рассмотрим один из подходов к нахождению области значений алгебраических дробей, основанный на методе оценки.

Для оценки можно применять известные неравенства, например:

$$1. a + b \geq 2\sqrt{ab}, a \geq 0, b \geq 0; \quad 2. \frac{2}{1/a + 1/b} \leq \sqrt{ab}, a > 0, b > 0.$$

Пример 1. Найти наименьшее значение функции $f(x) = (5x^2 + 4x + 20)/2x$ при $x > 0$.

Решение. Разделив дробь почленно, получим: $f(x) = \frac{5x}{2} + \frac{10}{x} + 2$. Согласно неравенству (1), $\frac{5x}{2} + \frac{10}{x} \geq 2\sqrt{\frac{5x}{2} \cdot \frac{10}{x}} = 10$ при $x > 0$. Следовательно $f(x) \geq 10 + 2$. Поэтому $f_{\text{наим}} = 12$. Ответ: 12.

Пример 2. Найти наибольшее значение функции $f(x) = \frac{x}{x^2 + 25}$ при $x > 0$.

Решение. Разделим числитель и знаменатель дроби на x : $f(x) = \frac{1}{x + \frac{25}{x}}$. Согласно неравенству (2) при $x > 0$ получим $\frac{1}{x + \frac{25}{x}} = \frac{2}{2x + \frac{50}{x}} \leq \frac{2}{\sqrt{2x \cdot \frac{50}{x}}} = \frac{1}{10}$. Следовательно, $f(x) \leq 0,1$. Поэтому $f_{\text{наиб}} = 0,1$. Ответ: 0,1.

Отметим, что если числитель или знаменатель дроби может принимать отрицательные значения, следует применить другой метод, например, метод введения параметра.

Возможность нетопливного использования бурых углей Беларуси с получением биологически активных гуматов

Томсон А.Э., Макарова Н.Л., Наумова Г.В., Жмакова Н.А.,
Овчинникова Т.Ф.

Институт природопользования НАН Беларуси

Республика Беларусь располагает значительными ресурсами бурых углей, общие геологические запасы которых превышают 1 млрд. т, а разработка отдельных его месторождений стоит на повестке дня уже сегодня, учитывая энергетические проблемы и недостаток собственных энергоресурсов. Наиболее перспективными для промышленного освоения являются месторождения бурых углей западной части Гомельской области – Житковичское, Бриневское и Тонежское. Максимальная мощность буроугольного пласта на них достигает 20 м, а вскрыши – от 21 до 81 м. Предыдущие исследования показали, что бурые угли этих месторождений относятся к твердым горючим ископаемым гумусовой природы невысокой степени углефикации. Бурые угли рассматриваются в нашей республике не только как источник энергии, но и как потенциальное сырье для химической переработки, в том числе, с получением биологически активных препаратов гуминовой природы.

Первоочередной разработке подлежат бурые угли Бриневского месторождения, поэтому изучена возможность получения на основе этих углей биологически активного препарата для растениеводства.

В природных каустобиолитах гуминовые кислоты находятся в связанном состоянии. Они входят в органические и органоминеральные комплексы, образуют нерастворимые соединения с кальцием, магнием, железом и другими минеральными составляющими. Их молекулы малорастворимы и неподвижны, а функциональные группы блокированы, что не позволяет гуминовым кислотам в полной мере проявлять биологическую активность. Выделение гуминовых кислот из материнской породы в виде водорастворимых солей щелочных металлов дает возможность разблокировать их молекулы, которые приобретают способность ростстимулирующего воздействия на живую клетку.

Разработан способ получения и технология производства биологически активного препарата из бурого угля «Бурогумин».

Испытания нового буроугольного препарата, проведенные в лабораторных условиях на тест-культурах растений показали, что он обладает ростстимулирующей активностью и проявляет свойства фитогормонов, что явилось основанием его дальнейших биологических исследований и разработки нормативно-технической документации для его производства.

О результатах проведения мониторинга качества образования студентов БНТУ

Канашевич Т.Н.

Белорусский национальный технический университет

В рамках внутреннего мониторинга образования ИИФО и МО на факультетах МС, ТУГ, ИТР, ТК, МТ, ПС был осуществлен сбор информации об успеваемости студентов I курса на разных этапах изучения математики и физики, а также проведены промежуточные контрольные срезы с учетом программ изучения этих предметов в БНТУ.

Рассмотрим некоторые из полученных результатов. Наиболее существенные отличия наблюдаются между результатами, отмеченными в аттестате об общем среднем образовании и полученными на централизованном тестировании (ЦТ). Так, например, если перевести результаты аттестата в стобалльную шкалу и сравнить с результатами ЦТ, то в среднем по рассматриваемым факультетам разница составляет по математике 36,2 балла по физике – 48 баллов, причем более низкими оказались результаты ЦТ.

При анализе результатов контрольного среза, проведенного в середине ноября 2010 года, было отмечено, что при изучении математики и физики наблюдается положительная динамика по сравнению с результатами ЦТ. Средние показатели контрольного среза по математике по этим факультетам на 19,5 балла, а по физике – на 13,9 балла выше, чем на ЦТ. Наиболее существенное повышение показателей отмечено по математике у студентов ФТУГ: средний балл повысился на 38,6 балла.

Результаты зимней экзаменационной сессии 2010 – 2011 учебного года по всем рассматриваемым факультетам оказались более низкими в сравнении с показателями, проведенного в середине семестра контрольного среза. Средний балл по математике по этим факультетам снизился на 15,6 (наиболее существенное снижение отмечено на ФТУГ – 32,3 балла; более близкими являются результаты экзамена и контрольного среза у студентов ПСФ – разница составила 3,6 балла). Однако, результаты зимней сессии по математике по отношению к ЦТ являются более высокими по факультетам ПС, МТ, ИРТ, ТУГ.

Изучение физики с I семестра осуществляется на ПСФ и ФИТР. Средние показатели экзамена на ПСФ по отношению к контрольному срезу выше на 10,3 балла, а по отношению к ЦТ – на 22,6; на ФИТР результаты экзамена являются более низкими, чем контрольного среза (на 1,9 балла), но сохраняется положительная динамика по отношению к ЦТ – результаты экзамена на 13,6 балла выше, чем на ЦТ.

В апреле 2011 на выделенных факультетах проведен контрольный срез по математике и физике, результаты обрабатываются ИИФО и МО.

Рациональное решение задач по теме «Движение тела под действием силы тяжести: тело брошено под углом к горизонту»

Горбачевич С.А., Коваленкова О.В., Развина Т.И., Чертина М.И.
Белорусский национальный технический университет

Как правило, при решении задач на данную тему используется стандартный метод проектирования векторов на выбранные оси системы координат ХУ. При этом преобразования уравнений, описывающих кинематические параметры такого движения, могут быть достаточно трудоемкими в зависимости от выбора координатных осей.

Решение можно получить, не прибегая к проектированию на оси координат. Рассмотрим вектор перемещения r тела между его начальным положением (точкой бросания) и положением, определяемым условием задачи. Для вектора r справедливо следующее уравнение:

$$r = v_0 t + g t^2 / 2,$$

где v_0 – вектор начальной скорости тела, t – время его перемещения.

Записанное уравнение, как и любое векторное равенство, где вектор равен сумме двух других векторов, соответствует треугольнику, форма которого определяется данными векторами. Выбрав начальную точку траектории за точку отсчета, легко можно определить направление и модуль этих векторов, а также угол β между векторами $v_0 t$ и $g t^2 / 2$. Вектор r направлен из точки бросания до конечной точки перемещения, определяемой пересечением этого вектора с траекторией движения тела. Вектор $v_0 t$ направлен вдоль вектора v_0 и начинается в точке бросания. Вектор $g t^2 / 2$ направлен вертикально вниз и заканчивается в той же точке, что и вектор перемещения r . Очевидно, что угол β определяется следующим равенством: $\beta = 90^\circ - \alpha$ (α – угол бросания). Из полученного треугольника искомая величина перемещения определяется по теореме косинусов. Необходимо подчеркнуть, что движение тела происходит с постоянным ускорением g , поэтому для перемещения справедливо соотношение $r = (v_0 + v) t / 2$. Из последнего равенства можно определить среднюю либо конечную скорость перемещения.

Предлагаемый алгоритм является эффективным при решении подобных задач для случая двух и более движущихся тел, а также при бросании тел на наклонную плоскость. Таким образом, обсуждаемый в докладе способ, основанный на нахождении геометрических аналогов векторных уравнений, позволяет получать простые рациональные решения для широкого круга задач механики (и смежных разделов физики) и способствует развитию у учащихся навыков решения физических задач при подготовке к поступлению в вузы.

Изучение процессов в R,C – цепочках постоянного тока

Глушенко С.И., Развина Т.И., Фурсевич Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Важнейшее значение при изучении школьного курса физики имеет формирование и закрепление у учащихся навыков решения задач. Для решения задач, особенно повышенной сложности, требуется полное понимание физических явлений и законов, творческое применение получаемых знаний для анализа конкретных ситуаций, задаваемых условиями задачи. Умение решать задачи является объективным критерием оценки понимания изучаемого материала. Поэтому для каждого рассматриваемого раздела необходима разработка специально подобранных циклов, содержащих как задачи развивающего характера, так и нестандартные задачи повышенной сложности. Системный подход к выбору задач и их решению обеспечивает оптимальный охват содержания учебного материала и способствует его более быстрому и рациональному усвоению. Между тем существует ряд разделов, которые традиционно считаются трудными. К таким разделам относится тема, посвященная изучению сложных электрических цепей постоянного тока с включенными в них конденсаторами (R,C – цепочки).

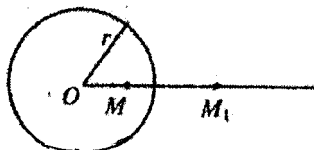
Эти задачи можно разделить на две группы: первая рассматривает электрические цепи, которые могут быть приведены к одному контуру, вторая – разветвленные цепи, которые простыми преобразованиями привести к одному контуру не возможно. Обычно в этих задачах требуется определить напряжение на конденсаторе, его заряд, либо изменение этих параметров при переключениях цепи в установившемся режиме. В более сложных задачах необходимо описать переходные процессы зарядки и разрядки конденсатора. Во всех случаях общий системный подход к решению основан на применении правил Кирхгофа и закона сохранения энергии. Рассмотрим в качестве примера одноконтурную цепь заряда конденсатора C через сопротивление R от источника ЭДС E . Уравнение Кирхгофа, описывающее данный контур, имеет вид $E = IR + q/C$. Параметр I определяет мгновенное значение силы тока в цепи, q – заряд на конденсаторе в тот же момент времени. Остальные параметры E , R , C – постоянные. Сила тока $I = dq/dt$ определяет скорость, с которой заряд перетекает через резистор и, соответственно, скорость накопления заряда на конденсаторе. Тогда уравнение записывается: $E = R dq/dt + q/C$. Решение этого уравнения имеет вид $q = CE(1 - e^{-t/RC})$. Данное решение описывает как переходный процесс зарядки конденсатора, так и стационарный режим цепи постоянного тока ($q = CE$ при $I = 0$).

Лях А.С.

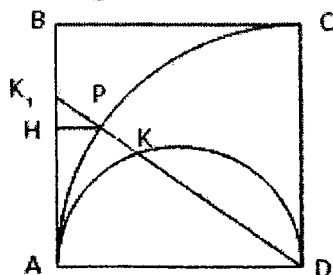
Белорусский национальный технический университет

Метод дает возможность заменять фигуры, содержащие окружности, более простыми фигурами.

Пусть на плоскости задана окружность $(O; r)$ с выколотым центром O . Инверсией $I_{O, k}$ с полюсом O и степенью $k=r^2$ называется взаимнооднозначное преобразование $M \rightarrow M_1$ такое, что $OM \cdot OM_1 = r^2$ (т.е. O, M, M_1 принадлежат одной прямой).



Задача. Дан квадрат $ABCD$ и внутри него квадрата проведена дуга AC , являющаяся частью окружности с центром в вершине D и радиусом AD . На дуге AC взята произвольная точка P . На стороне AD , как на диаметре, внутри квадрата построена полуокружность, точка K – точка пересечения PD с полуокружностью. Доказать, что PK равно расстоянию от P до AB .



Пусть $AD = a$. Рассмотрим инверсию $I_{D, a}$

При инверсии дуга AKD отображается на сторону AB
 $K \rightarrow K_1, K_1$ лежит на AB .

Тогда $\Delta K_1HP \sim \Delta K_1AD$

$$\frac{PH}{DA} = \frac{PK_1}{DK_1}; PH = \frac{DA \cdot PK_1}{DK_1} = \frac{DA(DK_1 - DP)}{DK_1} = \frac{a(DK_1 - a)}{DK_1}$$

По определению инверсии $DK \cdot DK_1 = a^2$

$$DK = \frac{a^2}{DK_1}; PK = PD - DK = a - \frac{a^2}{DK_1} = \frac{a(DK_1 - a)}{DK_1}$$

Т.е. $PH = DK$.

Решение задач по геометрии с применением тригонометрии

Коваленок Н.В., Шмерко Л.М.

Белорусский национальный технический университет

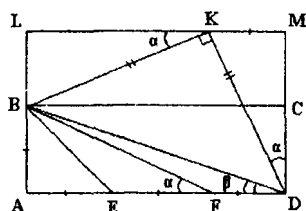
Задачи по геометрии с применением тригонометрии можно разделить на несколько видов:

- 1) задачи на применение определения тригонометрических функций в прямоугольном треугольнике;
- 2) задачи на применение формул зависимости тригонометрических функций одного аргумента для нахождения промежуточных величин;
- 3) задачи на применение формул тригонометрии для упрощения нахождения результата.

Наиболее интересен третий вид задач. Решим следующую задачу двумя способами.

Задача. В прямоугольнике ABCD (AB:AD=1:3) точки E и F делят AD на равные отрезки. Найдите сумму углов BEA, BFA и BDA.

Решение(1 способ, без применения тригонометрии). На стороне BC построим прямоугольник BLMC, равный данному. Отложим отрезок KM=AE. Пусть $\angle BFA = \alpha$, $\angle BDA = \beta$.



$$1) \Delta KMD = \Delta BAF = \Delta BLK \text{ (по двум катетам)} \\ \Rightarrow \angle BFA = \angle MDK = \angle BKL = \alpha, \\ BK = KD.$$

$$2) \angle BKD = 180^\circ - (90^\circ - \alpha) - \alpha = 90^\circ \\ \Rightarrow \Delta BKD - \text{прямоугольный и равнобедренный} \\ \Rightarrow \angle KDB = 45^\circ \Rightarrow \alpha + \beta = 45^\circ.$$

$$3) \angle BEA = 45^\circ (\Delta BAE - \text{равнобедренный})$$

$$4) \angle BEA + \angle BFA + \angle BDA = 90^\circ.$$

(2 способ, с применением тригонометрии)

$$1) \angle BEA = 45^\circ (\Delta BAE - \text{равнобедренный}).$$

$$2) \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2}, \operatorname{tg} \beta = \frac{1}{3}, \text{ тогда } \operatorname{tg}(\alpha + \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta} = \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}}{1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3}} = 1$$

$$\Rightarrow \alpha + \beta = 45^\circ. 3) \angle BEA + \angle BFA + \angle BDA = 90^\circ. \text{ Ответ. } 90^\circ$$

Как видим, применение тригонометрии упрощает решение некоторых задач.

Проблема отбора корней некоторых типов уравнений повышенной сложности

Холтобина Н.И.

Белорусский национальный технический университет

Современные требования к подготовке абитуриентов к централизованному тестированию предполагают не только умение решать тригонометрические уравнения, но и отбирать их корни по заданным условиям или принадлежащие какому-нибудь промежутку. Методика решения тригонометрических уравнений и методы отбора корней достаточно широко освещены в методической литературе. Реже встречаются комбинированные уравнения, содержащие не только тригонометрические, но и показательные, и логарифмические функции. Рассмотрим следующее уравнение $\log_4(4\lg^2 x) + 1 - \log_2(-8\sin 2x) = 0$.

Преобразуем его: $1 + \log_4 \lg^2 x + 1 - (3 + \log_2(-\sin 2x)) = 0$.

Областью допустимых значений переменной x является множество, удовлетворяющее следующим условиям:
$$\begin{cases} \lg x \neq 0 \\ \cos x \neq 0 \\ \sin x \cdot \cos x < 0 \end{cases},$$

которые можно записать в виде одного неравенства $\lg x < 0$.

Несложные преобразования уравнения приводят к следующему:

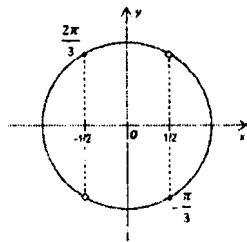
$\log_2 |\cos x| = -1$. Откуда

$$|\cos x| = \frac{1}{2} \quad \text{или} \quad \cos x = \pm \frac{1}{2}.$$

Перейдем теперь к самой сложной для учащихся части решения уравнений. А именно, к отбору корней. Их можно отбирать с помощью перебора, графиков, тригонометрической окружности.

Главное здесь – научить учеников использовать рациональные методы отбора по заданным условиям. Таким образом, при решении данного уравнения, исходя из условия, что, $\lg x < 0$ наиболее рациональным является отбор корней с помощью тригонометрической окружности.

Ответ: $x = -\pi/2 + \pi l, l \in Z$.



В заключение отметим, что включение сложных задач в процесс обучения способствует развитию памяти, логического мышления, активности, самостоятельности учащихся, а также учит их использовать при решении задач все имеющиеся знания, интуицию, воображение, догадку.

Уравнения и обратные функции

Павлович В.А.

Белорусский национальный технический университет

Пусть функция $f(x)$ определена, непрерывна и монотонна на множестве X ($X \in \mathbb{R}$), причем множество значений этой функции Y . Тогда существует функция $g(x)$, обратная $f(x)$, область определения которой Y , область значений X , которая непрерывна и монотонна (с тем же, что и $f(x)$, направлением монотонности).

Задача-теорема 1. Доказать, что уравнение $f(x) = g(x)$ и $f(x) = x$ равносильны, если $f(x)$ возрастает, и уравнение $f(x) = g(x)$ является следствием уравнения $f(x) = x$, если $f(x)$ убывает.

Доказательство. Пусть x_0 — корень уравнения $f(x) = x$, т.е. $x_0 = f(x_0)$. Тогда $x_0 \in X$. Но $f(x_0) \in Y$, а значит, $x_0 \in Y$.

В таком случае x_0 и $f(x_0)$ попадают в область определения функции g , значит, $g(x_0) = g(f(x_0)) = x_0$, а $x_0 = f(x_0)$, итак, $g(x_0) = f(x_0)$. Пусть теперь $f(x)$ возрастает, и $f(x_0) = g(x_0)$ (т.е. x_0 — корень уравнения $f(x) = g(x)$) тогда $x_0 \in X$; но и $g(x_0) \in X$, значит, $f(x_0) \in X$. В таком случае $f(x_0)$ и $g(x_0)$ попадают в область определения функции f , значит, $f(f(x_0)) = f(g(x_0)) = x_0$ (*).

Если $f(x_0) > x_0$, то, поскольку обе части неравенства попадают в область определения функции f , то, учитывая ее возрастание, имеем $f(f(x_0)) > f(x_0)$, откуда $f(f(x_0)) > x_0$, что противоречит (*).

Аналогично доказывается невозможность случая $f(x_0) < x_0$, итак, остается единственное решение: $f(x_0) = x_0$.

В дальнейшем через f и g будем обозначать взаимно-обратные функции.

Задача 2. Решить уравнение: $1 + \cos^6 x = 2\sqrt[3]{\cos 2x}$.

Решение. Преобразуем уравнение $1 + \cos^6 x = 2\sqrt[3]{2\cos^2 x - 1}$. Обозначим $\cos^2 x = k$, тогда наше уравнение запишется так: $1 + k^3 = \sqrt[3]{2k - 1}$. Положим $f = \frac{1+k^3}{2}$, тогда $k = \sqrt[3]{2f - 1}$, т.е. $g = \sqrt[3]{2k - 1}$. Имеем уравнение вида $f(k) = g(k)$, ко-

торое равносильно уравнению $f(k) = k$. Итак, $\frac{1+k^3}{2} = k : (k-1)(k^2+k-1) = 0$,

$k_1 = 1; k_2 = \frac{\sqrt{5}-1}{2}; k_3 = \frac{-\sqrt{5}-1}{2}$ не подходит, поскольку $k = \cos^2 x \geq 0$. Итак

$$\begin{cases} \cos^2 x = 1; \\ \cos^2 x = \frac{\sqrt{5}-1}{2} \end{cases} \begin{cases} \sin^2 x = 0; \\ \cos x = \pm t. \end{cases} \begin{cases} x = \pi n, n \in \mathbb{Z}; \\ x = \pi n \pm \arccos(t), \text{ где } t = \sqrt{\frac{\sqrt{5}-1}{2}}. \end{cases}$$

Некоторые методические аспекты совершенствования лабораторного практикума в системе школы – вуз

Жарихина Л.П., Золотарева Л.Е.

Белорусский национальный технический университет

Изучение курса физики разбивается на три взаимно дополняющие друг друга части: изучение теоретического материала; применение полученных знаний на практических занятиях при решении задач; более глубокое понимание физических законов и взаимосвязей при выполнении лабораторного практикума.

Физический эксперимент – это всегда исследовательская задача, которая и решается в ходе проведения конкретной лабораторной работы. Но именно исследовательский и творческий подход полностью исключается при выполнении лабораторных работ по существующей методике их проведения. Все лабораторные работы включены в соответствующий учебник. Та же лабораторная работа, расписанная по аналогичной схеме, имеется в уже готовой тетрадке по лабораторному практикуму. Возникает естественный вопрос о целесообразности такого дублирования. Кроме того, полностью готовая и только заполняемая по предлагаемым таблицам работа, исключает этап осмысливания выполнения и сути работы в процессе подготовки к ней. Из лабораторного практикума, как в школе, так и в вузе должны быть исключены фронтальные работы. Имеет смысл перенести их на лекционную часть изучения предмета в качестве демонстрационного материала.

Необходимо также обратить серьезное внимание на временной фактор выполнения работ. Желательно убрать дублирующие работы, что сократит общее количество выполняемых работ, но позволит в оставшихся работах расширить их исследовательскую часть.

Остается также серьезный вопрос о материальной базе, так как лучше не делать вообще, чем делать на том, что имеется во многих школах на сегодняшний день. Не лучше обстоят дела и во многих вузах, когда будущие инженерные кадры знакомятся с измерительными приборами на образцах 70-х годов.

Начальный этап обучения постановки задачи, путей ее решения и методов выполнения, знакомство с простейшими измерительными приборами, методикой обработки полученных результатов и умение осмыслить полученные результаты – это задача школьного курса физики. На второй ступеньке в вузе эти навыки и умения должны закрепляться и совершенствоваться с учетом более глубокого изучения предмета, в противном случае можно долго учить, но так и не получить ожидаемых результатов.

Применение метода физических аналогий при изучении механических и электромагнитных колебаний в средней школе

Голецкая О.И., Золотарева Л.Е.

Белорусский национальный технический университет

Количество часов, отводимое на изучение физики в средней школе, постоянно сокращается. Для более полного усвоения теоретического материала и возможности более глубокого закрепления его при решении задач имеет смысл совместное и одновременное изучение взаимосвязанных и обладающих определенной общностью тем. Примером могут служить темы: «Механические колебания» и «Электромагнитные колебания».

Колебания и волны независимо от их природы описываются одними и теми же уравнениями. Кроме того, тема «Электромагнитные колебания» психологически трудная тема с точки зрения восприятия и наглядности. Возможно не только визуализация при помощи осциллографа, но и в этом случае мы получаем графическую зависимость, но не можем непосредственно наблюдать за процессом. Прямая аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями помогает упростить понимание процессов и провести анализ изменения параметров цепей.

На первом уроке целесообразно вспомнить и записать параллельно физические величины, описывающие механические и электромагнитные процессы, обратить внимание на применение производной в физике. Для определения: колебательный процесс; периодические колебания; механические и электромагнитные колебания; свободные и вынужденные колебания.

На следующем этапе изучения на примерах пружинного и математического маятников, а так же LC – контура разобрать качественно механическое возникновение колебаний и сделать обобщающие выводы. При количественном описании этих процессов необходимо обратить внимание на полную аналогию математических формул, описывающих рассматриваемые процессы, привести графики изменения физических величин для каждого процесса с последующим сопоставлением. Рассмотреть переход энергии из одного вида в другой и записать закон сохранения полной энергии для каждого случая.

Разбор задач также следует проводить придерживаясь принципа физических аналогий. При более углубленном изучении данной темы на факультативных занятиях, необходимо показать преимущества использования метода физических аналогий при решении более сложных задач, связанных с процессами, происходящими в колебательном контуре.

Личностный подход в обучении математике

Якимович В.С., Кленовская И.С.

Белорусский национальный технический университет

Использование личностного подхода в процессе обучения всегда привлекало пристальное внимание педагогов и психологов. В обучении математике личностный подход рассматривается как необходимая методологическая установка. Под *личностным подходом в обучении математике* мы понимаем систему правил, характеризующихся использованием альтернативных форм обучения математике, направленных на предоставление каждому ученику права выбора собственного пути решения поставленной задачи, включающих признание ценностью математического образования личности, ее индивидуальности, а также математических способностей.

С нашей точки зрения, личностный подход в обучении математике представляет собой систему правил: 1) признание основной ценностью математического образования личности, ее индивидуальности, способностей, неповторимости; 2) использование альтернативных форм обучения математике, позволяющих осуществлять дифференцированный, разноуровневый подход в обучении; 3) предоставление каждому ученику права выбора собственного пути решения поставленной задачи.

Личностный подход в обучении математике ориентирует образовательную практику на становление положительного отношения к постигаемой деятельности, осознание ценности полученных математических знаний. Он предполагает, что учитель относится к детям как к самостоятельным субъектам, способным учиться не по принуждению, а добровольно, по собственному желанию и свободному выбору. Причем в поступках каждого ребенка он находит личностный смысл, личностную значимость в обучении математике. В случае отсутствия такого личностного смысла главной задачей педагога становится помощь ребенку в его обретении.

Личностный подход как методологическая база процесса обучения математике основывается на следующих теоретических положениях: сущность личностного подхода в обучении математике состоит в формировании креативности математического мышления каждого учащегося; предполагает гуманное отношение педагога к ученику и заключается в организации осознанного отношения к учению на уроке математики; личностный подход на практике детерминирует педагогику, основывающуюся на личности не только ученика, но и учителя математики; в качестве основного приема личностно-ориентированного педагогического процесса обучения математике может быть рассмотрен диалог как элементарная форма педагогического взаимодействия.

Педагогические условия, способствующие формированию пространственных представлений

Якимович В.С.

Белорусский национальный технический университет

В методологическую основу формирования пространственных представлений легла теория отражения действительности, раскрывающая природу представлений, их место, границы и роль в процессе познания (И. М. Сеченов, И. П. Павлов). В математике под *пространственным представлением* понимается «создание пространственных образов и оперирование ими в процессе решения различных практических и теоретических задач» [1, с. 136].

Пространственные представления входят в структуру умственной деятельности в области геометрии, разработанную Г. Д. Глейзером, наряду с интуитивным, метрическим, логическим, конструктивным и символическим компонентами, являясь продуктами пространственного мышления. Проблема выделения педагогических условий, способствующих формированию пространственных представлений, исследовалась целым рядом ученых, таких как Б. Г. Ананьев, Б. Ф. Ломов, Е. Н. Кабанова-Меллер, Г. И. Маслова, А. М. Пышкало, Н. Ф. Четверухин, И. С. Якиманская, Г. Д. Глейзер и др. Большинство авторов среди этих условий называли формирование пространственных представлений, опираясь на графическую культуру. Они отмечали, что в результате оперирования пространственными образами происходит их воссоздание, перестройка, видоизменение в требуемом направлении, при этом ученик овладевает способами пространственного преобразования объектов с учетом их функций в деятельности. Опираясь на исследования перечисленных авторов, следует отметить, что процесс обучения учащихся необходимо строить с учетом:

- диагностики уровня сформированности пространственных представлений каждого учащегося;
- индивидуальных особенностей каждого учащегося, проявляющихся в процессе формирования их пространственных представлений и развития пространственного воображения;
- предварительного овладения понятиями, определяющими содержание пространственного образа;
- использования наглядности в обучении, обеспечивающей единство слова и образа;
- жизненного опыта учащихся и их возможной практической деятельности;
- опоры на графическую культуру.

1. Якиманская, И.С. Развитие пространственного мышления школьников / И.С. Якиманская. — М.: Педагогика, 1980. — 239 с.

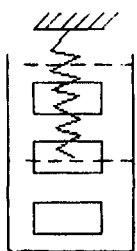
Влияние среды на период колебаний системы

Драпезо Л.И., Погудо Л.П.

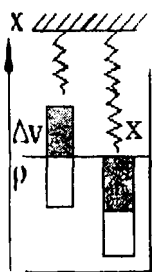
Белорусский национальный технический университет

В школьной программе по теме “Период колебания систем” рассматривается колебание систем только в одной однородной среде, как правило в воздухе. При переносе этой системы в другую среду речь не ведется. Поэтому при возникновении вопроса как изменится период колебания системы при переносе её в другую среду, возникают вопросы. Для разрешения данного вопроса, необходимо знать следующее:

- 1) Период колебания системы определяется наличием возвращающей силы к положению равновесия тела, которое изменяется с течением времени.
- 2) Появление новой силы, при помещении тела в новую среду не всегда изменяет период колебания системы. Изменения периода будет только в том случае, если новая сила изменяется с течением времени.



Рассмотрим это на примере пружинистого маятника. Поместим маятник в воду. При этом, во время колебаний тело будет находится под водой. Изменится ли период колебаний? Здесь появилась новая сила- сила Архимеда. Но т.к. тело при колебаниях все время находится внутри жидкости, то сила Архимеда остается постоянной, следовательно, переменной силой остается сила упругости $F = kx$. Период колебаний остается прежним.



Теперь рассмотрим случай, когда при помещении маятника в другую среду появившаяся новая сила изменяется с течением времени. Стержень массой m и площадью поперечного сечения S подвешен на пружину жесткостью k помещен в жидкость. При этом стержень не полностью находится в жидкости. При колебаниях объем погружения стержня в жидкости будет изменяться $\Delta v = sx \Rightarrow F_A = \rho s x g$ - сила Архимеда будет изменяться с течением времени. Запишем уравнение колебаний: $ma_x = -(kx + \rho g s x); a_x = -(k + \rho g s) \cdot x / m$. Уравнение

гармонических колебаний $\omega = \sqrt{(k + \rho g s) / m} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{m / (k + \rho g s)}$.

Можно сделать вывод, что изменение среды колебаний изменяет период в том случае, если появившаяся сила в среде, изменяется с течением времени.

Выпуклые функции и уравнения

Юрковец Л.В.

Белорусский национальный технический университет.

Пусть функция $f(x)$ определена на промежутке X . Она называется строго выпуклой вниз (вверх) на X , если для любых u и v из X , $u \neq v$ и $0 < \lambda < 1$ справедливо неравенство $f(\lambda u + (1-\lambda)v) < \lambda f(u) + (1-\lambda)f(v)$ (соответственно, $f(\lambda u + (1-\lambda)v) > \lambda f(u) + (1-\lambda)f(v)$)

Геометрически это означает, что любая точка хорды BC лежит выше (ниже) точки A графика функции $f(x)$, соответствующей тому же значению аргумента. Отметим также, что условие $u+v=u_1+v_1$ означает, что сегменты числовой прямой с концами в точках u, v и u_1, v_1 имеют общую середину. Далее функции, строго выпуклые вверх и вниз, будем называть строго выпуклыми.

Справедливо следующее утверждение

Теорема 1. Пусть функция $f(x)$

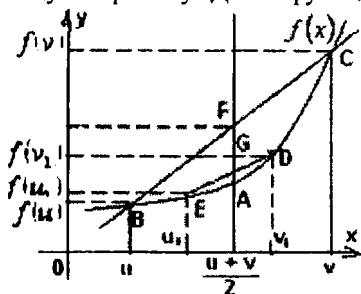
является строго выпуклой вниз на промежутке X , $u, v \in X$, $u < u_1 < v_1 < v$ и $u+v=u_1+v_1$. Тогда справедливо неравенство $f(u_1) + f(v_1) < f(u) + f(v)$.

Геометрически смысл предыдущей теоремы очевиден. Если выполнены

условия теоремы, то середина отрезка BC - точка F лежит выше середины отрезка ED , ибо ордината F равна половине $f(u) + f(v)$, ордината G половине $f(u_1) + f(v_1)$.

Из теоремы 1 вытекает следующее утверждение, касающееся уравнения $f(u_1) + f(v_1) = f(u) + f(v)$.

Теорема 2. Если функция $f(x)$ является строго выпуклой на промежутке X , функции $u = u(x)$, $v = v(x)$, $u_1 = u_1(x)$, $v_1 = v_1(x)$ такие, что при всех x из ОДЗ уравнения $f(u_1) + f(v_1) = f(u) + f(v)$ (1) их значения $u(x), v(x), u_1(x), v_1(x)$ содержатся в X и выполнено условие $u+v = u_1+v_1$ (?) то уравнение (1) на ОДЗ равносильно совокупности уравнений $\begin{cases} u(x) = u_1(x) \\ v(x) = v_1(x) \end{cases}$



Превентивность отождествления теории и практики в преподавании физики

Горбачевич С.А.

Белорусский национальный технический университет

Методика обучения физике, как любая другая наука, нуждается в постоянном обновлении, поиске, решении задач, поставленных обществом перед школой. В настоящее время наблюдается снижение уровня подготовленности абитуриентов по физике, о чем свидетельствуют результаты централизованного тестирования. Одной из причин низких результатов является слабая связь теории с практикой в процессе преподавания физики (в учебной программе 2010-2011 на лабораторные работы отводится 3,6% учебного времени, раньше требовалось 15-16%). Поэтому представляется актуальной разработка содержания и системы методических средств обучения для развития *устойчивого* познавательного интереса к изучению предмета *на основе превентивной деятельности учителя, направленной на ликвидацию разрыва между теорией и практикой в преподавании физики*. Это положительно скажется на повышении уровня подготовленности учащихся.

Почему эксперименту уделяется так мало внимания? Причин можно назвать целый спектр.

Для того чтобы ликвидировать разрыв между теорией и практикой в преподавании физики с минимумом оборудования можно очень эффективно использовать «живую лабораторию» – *природу*.

Для реализации такого направления деятельности разработаны:

- ✓ дидактический материал по разделам физики на базе авторских пособий «Физика вокруг нас»;
- ✓ факультативный курс, направленного на реализацию превентивной деятельности учителя по ликвидации разрыва между теорией и практикой в преподавании физики;
- ✓ методико-технологическая карта по изготовлению приборов для демонстрации физических явлений.

Такой подход в преподавании физики будет способствовать:

- повышению познавательного интереса к изучению физики;
- повышению уровня подготовленности обучающихся;
- развитию духа рационализма и изобретательности;
- экономии финансовых средств учебного заведения;
- проявлению инициативы и деловой активности педагога;
- решению директив Президента Республики Беларусь: директива №3 от 14 июня 2007 г., директива №4 от 31 декабря 2010 г.

Методические аспекты по выбору оптимальных методов решения тестовых заданий

Егорова Л.В., Пинчукова С.П.

Белорусский национальный технический университет

Как показывает опыт, даже незначительное отклонение от традиционных постановок задач часто вызывает у абитуриентов большие трудности. Именно в формулировке задания часто кроется подсказка для выбора более короткого способа решения. Иногда в задании достаточно найти только некоторый элемент задачи и избежать нахождения других элементов или громоздких вычислений.

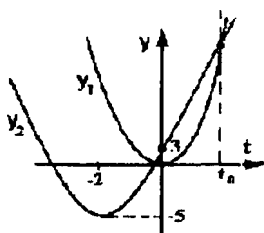


Рис. 1

Приведем пример: Найти значение выражения $n \cdot S$, где n – количество, а S – сумма корней уравнения

$$x^2 + 9x - 9 - 2\sqrt{x^2 + 9x} + 4\sqrt{x^2 + 9x} = 6(2\sqrt{x^2 + 9x} - 1)$$

Решение будет проще, если после введения замены $t = \sqrt{x^2 + 9x}$, где $t \geq 0$, уравнение $t^4 = 2t^2 + 5t + 3$ будет решено графически. Пусть $y_1 = t^4$; $y_2 = 2t^2 + 5t + 3$. Построим два графика

в одной системе координат (рис. 1). Так как $t \geq 0$, получаем единственное не отрицательное значение t_0 . Тогда $\sqrt{x^2 + 9x} = t_0$. Свободный член квадратного уравнения отрицательный, значит уравнение имеет два различных действительных корня ($n = 2$). А по теореме Виета сумма корней данного уравнения равна -9 ($S = -9$). $n \cdot S = -18$.

Рассмотрим еще один пример.

Найти сумму корней уравнения $3|(x-1)^3| + x^2 = 2x + 13$. Запишем уравнение в виде: $3|(x-1)^3| = -(x-1)^2 + 13$ аналогично примеру 1, рассмотрим две функции

$y_1 = 3|(x-1)^3|$ и $y_2 = -(x-1)^2 + 13$. Изобразим их схематично графики (рис.2), так как x_1 и x_2 симметричны относительно прямой $x = 1$. Значит, $x_1 = 1 - t$; $x_2 = 1 + t$ (где t – некоторое действительное число). Отсюда $x_1 + x_2 = 1 - t + 1 + t = 2$.

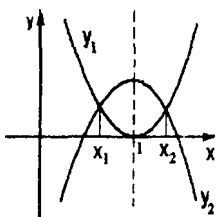


Рис. 2

Для практической подготовки и усвоения некоторых навыков решения нестандартных задач необходимо уметь строить графики функций и уравнений, изображать на координатной плоскости множества решений неравенств.

**Некоторые аспекты организации
исследовательской деятельности учащихся на основе опыта работы
в Минском областном институте развития образования**

Ветерец Н.М.

ГУО «Минский областной институт развития образования»

Эффективная познавательная деятельность школьников возможна при условии, когда процесс познания будет содержать в себе положительные иррадии интереса. «Познание начинается с удивления тому, что обыденно», - говорили еще древние греки

Большие возможности для повышения мотивации к учению таит в себе хорошо организованная исследовательская деятельность на уроке и во внеурочное время.

Для исследования наиболее характерны процессы: поиска, наблюдения, анализа, а также извлечения информации из самого процесса исследования. Одной из самых главных ценностей исследовательской деятельности является стремление и приближение к истине, к ожидаемому результату. В результате всегда стоит большая системная работа педагога и ученика.

На базе Минского областного института развития образования с 2010 года проводится областной турнир юных математиков, а также конкурс исследовательских работ младших школьников «Я – исследователь». Проведение этих конкурсов во многом помогает в развитии творческого потенциала учащихся, в подготовке ученика-исследователя.

Однако, анализируя работы учащихся, представляемые на интеллектуальные конкурсы, выявляются следующие ошибки:

- не совсем правильно продумана авторами тематика работ. Хочется обратить внимание на то, что при выборе исследовательской задачи по математике следует помнить, что, с одной стороны, она должна быть доступна для решения, понятна и интересна школьнику, а, с другой, быть математически содержательной;

- недостаточно корректно юные участники конференции умеют выражать свои идеи и мысли языком математики. Проводя математическое исследование, школьники зачастую совершают мини-открытия, при этом им не хватает научно-математической терминологии, используется слабая лексикальная база. Необходимо помнить, что работа должна быть ориентирована на опубликование. Не стоит гнаться за количеством результатов. Один, но тщательно выверенный результат может принести гораздо больше пользы для заинтересованных людей, чем масса разрозненных и сомнительных фактов.

Математика и приложения

Экспресс-проверка текущих знаний студентов путем тестирования

Адриянчик А. Н., Габасова О.Р., Зубко О.Л.

Белорусский национальный технический университет

Важной частью учебного процесса подготовки образованной, творческой и профессионально мобильной личности является управляемая преподавателем самостоятельная работа студентов. Основой обратной связи (студент-преподаватель) является текущий преподавательский контроль за учебной работой студентов. Систематический контроль за самостоятельной работой каждого студента требует больших затрат времени на проверку выполненных заданий. Негативная тенденция отмены типовых расчетов, консультаций, контрольных работ в учебных планах не позволяет преподавателю во время объективно оценить успехи каждого студента, выявить пробелы в знаниях отдельных студентов и принять контрольные меры по их устранению. В практике своей работы тематический контроль и учет знаний наряду с традиционными методами как опрос по теоретическому материалу на практических занятиях, регулярная проверка индивидуальных домашних заданий для внеаудиторной самостоятельной работы мы применяем тестовую форму контроля. Для осуществления такого контроля на кафедре разработаны тестовые задания по основным темам курса математики. Конечно, тестирование имеет свои недостатки, такие, как случайное угадывание правильного ответа. Поэтому кроме бланка ответов студенты прилагают и решения тестовых заданий, тем самым устраняются все спорные вопросы. Кроме того, на этом же практическом занятии студентам предлагается проанализировать самостоятельно решение одного варианта тестового задания. Применение тестовой формы текущей успеваемости студентов, на наш взгляд, способствует повышению эффективности тематического контроля, пролонгированному активному руководству учебно-познавательной деятельностью студентов, перманентному совершенствованию знаний, умений и навыков, выявленных в ходе текущего контроля. Так, внедрение тестов по ключевым темам математики в процесс обучения студентов первого курса дневной и заочной формы обучения показал, что студенты, успешно справившиеся со всеми предложенными тестами, так же успешно сдали экзамен по математике в зимнюю экзаменационную сессию, 27% студентов. Студенты, испытывавшие трудности с решением тестов по той или иной теме и вовремя устранившие возникшие проблемы, также не испытывали трудности при сдаче экзамена, 48% студентов. Однако 25% студентов не смогли справиться ни с предложенными тестами, ни с контрольными и типовыми расчетами и, как следствие, не смогли с первого раза сдать экзамен.

**Организация самостоятельной работы студента по математике
и модульно-рейтинговая система оценки знаний**

Андриянчик А.Н., Юринок В.И.

Белорусский национальный технический университет

Использование инновационных технологий при изложении курса высшей математики в вузе влечет за собой внесение изменений в структуру содержания образования. Сегодня нужны такие методы обучения студентов, которые не только бы облегчали и ускоряли передачу знаний, обучали их приемам самостоятельной деятельности, но и подготовили бы специалистов, умеющих применять математические методы и владеющих навыками использования информационных технологий в своей будущей профессиональной деятельности.

Нами проведен сравнительный анализ оценок аттестата, результатов тестирования и успеваемости в вузе студентов первого и второго курсов. Результаты анализа показали, что студенты имели в школе более высокие знания по математике, по сравнению с большинством других предметов, т.к. средняя оценка, полученная в школе по математике, значительно превышает средний балл аттестата. В целом же оценки по математике весьма высоки. Однако при сдаче тестирования знание предмета на оценки выше пяти баллов сумело продемонстрировать лишь около 40% поступивших в вуз. Остальные же сдали тестирование всего на 4...5 баллов. Потому зависимости между оценкой, полученной в школе, и результатами тестирования практически не наблюдается.

Не вызывает сомнений тот факт, что курс высшей математики остается основой фундаментальной подготовки инженера. Поэтому традиционное математическое образование, особенно в части практических занятий и самостоятельной работы, необходимо дополнить применением компьютерных математических пакетов, с которыми знакомы практически все студенты. Необходимо активно вести поиск методов и форм их включения в практику проведения различных видов занятий.

Инструментом приобретения базовых знаний по математике, на наш взгляд, может стать учебно-методический комплекс дисциплины и модульно-рейтинговая система оценки, которая предусматривает: блокнотный принцип структуризации содержания обучения; поэтапное усвоение блоков знаний; рейтинговый контроль.

Модульно-рейтинговая система оценки знаний, умений и навыков студента позволит обеспечить качество и оценить результаты обучения каждого студента.

**Математика в БНТУ
в первые годы существования вуза**

Бричикова Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Белорусский политехнический институт (ныне Белорусский национальный технический университет) был образован в 1920 году в составе 6 отделений. На всех отделениях читался курс высшей математики. С первых же дней занятий возникли проблемы, которые надо было решать молодому высшему техническому учебному заведению.

1. Недостаточное число квалифицированных преподавателей. Курс лекций математики читали кандидаты математических наук И.А. Климантович, В.К. Дыдырко, С.Ф. Ковалик, кандидаты физико-математических наук В.С. Левкович, В.Б. Гуревич.

2. Тяжелые материальные и бытовые условия работы. Для профессорско-преподавательского состава была установлена ставка в 150 довоенных рублей и “трудовая норма”: 10 часов в неделю для профессора, 16 – для преподавателя и 24 – для ассистента. В Национальном архиве Беларуси сохранилось заявление В.К. Дыдырко в правление института от 25 марта 1922 года о том, что комиссия Комунизоза взяла на учет две комнаты его квартиры с целью уплотнения.

3. Отсутствие учебных пособий. На 2 мая 1921 года в библиотеке института числилась 161 книга по математике. Для решения этой проблемы преподавателям было предложено подготовить к изданию учебные пособия и конспекты лекций. Учебные пособия по математике предполагалось издавать в первую очередь.

4. Ограничение на количество студентов. Это было следствием недостатка преподавателей и отсутствия достаточного числа учебных пособий.

5. Слабая математическая подготовка студентов. Основываясь на реальных знаниях математики студентами, были введены не только практические занятия по математике для студентов первого и второго курсов, но и курс элементарной математики для студентов первого курса (лекционные и практические занятия).

6. Слабая подготовка по математике абитуриентов – выпускников советских школ второй ступени, что было отражено в отчете о приемных собеседованиях по математике.

7. Недостаток финансирования. Это проблема остро встала в 1922 г. Решить ее пытались двумя способами: 1) отчислениями комиссариатов в пользу высшей школы; 2) введением платы за обучение.

Как учились в технических вузах России в XIX веке

Бричикова Е. А., Бричиков А. И.
Белорусский национальный технический университет
Белорусский государственный университет

Одним из лучших высших учебных заведений России был Петербургский Институт Корпуса инженеров путей сообщения, основанный в 1809 г. Многие выдающиеся инженеры и учёные того времени были его выпускниками, в том числе многие выходцы из Беларуси.

Правом поступления в институт в те годы пользовались только дворяне, которые предпочитали военные учебные заведения. Поэтому Институт выпускал инженеров с воинским званием поручика и направлял их на работу в Корпус инженеров путей сообщения, который был на военном положении.

В 1820 году при институте была основана Военно-строительная школа путей сообщения для подготовки техников-строителей. Выпускникам этой школы присваивался чин прапорщика, а лучшие из них могли поступить в институт. В 1823 году институт преобразован в закрытое учебное заведение с четырёхлетним сроком обучения. С 1829 года в связи с присоединением к институту Военно-строительной школы введён шестилетний срок обучения.

Занятия проводили профессора, помощники профессоров и репетиторы (так называли в то время преподавателей). Факультетов и кафедр в институте в то время не было, но профессор курса считался ответственным за учебный процесс по своему предмету. В основе преподавания были физико-математические науки, строительное искусство и практическая механика. Институт Корпуса инженеров путей сообщения поддерживал тесную связь с Петербургской академией наук, с Педагогическим институтом, преобразованным в 1819 году в Петербургский университет. Академия и университет помогали институту организовать учебный процесс по общеобразовательным предметам. Сложнее дело обстояло с преподаванием технических дисциплин, так как в России не было своих специалистов-инженеров. В связи с этим на работу в институт приглашали инженеров-учёных из других стран.

В институте преподавались многие общеобразовательные и специальные предметы. В учебный план института было включено «танцевание». Все предметы подразделялись на те, что «оказывают непосредственное влияние на специальность», «способствуют образованию инженеров» и «необходимы для всякого рода службы».

**О новых обобщениях интегральных преобразований
и их применении**

Вирченко Н.А.

НТУУ «КПИ» (г. Киев, Украина)

Метод интегральных преобразований является одним из эффективных современных аналитических методов решения краевых задач математической физики, при решении и исследовании дифференциальных, интегральных уравнений и др.

Введем новые обобщения классических интегральных преобразований Стильтеса, Глассера:

$$S_1 \{f(x); y\} = \int_0^\infty \frac{f(x)}{x+y} {}_2\Psi_1 \left[\begin{matrix} (a, \tau); (1, \gamma) \\ (c, \beta) \end{matrix} \middle| -b \left(\frac{x}{x+y} \right)^y \right] dx, \quad (1)$$

$$S_2 \{f(x); y\} = \int_0^\infty \frac{f(x)}{x+y} {}_2\Psi_1 \left[\begin{matrix} (a, \tau); (1, \gamma) \\ (c, \beta) \end{matrix} \middle| -b \left(\frac{x}{x+y} \right)^y \right] dx, \quad (2)$$

$$G_m \{f(x); y\} = \int_0^\infty \frac{f(x)}{(x^m + y^m)^{\frac{1}{m}}} dx, \quad (3)$$

$$G_{m,1} \{f(x); y\} = \frac{\Gamma(c)}{\Gamma(a)} \int_0^\infty \frac{f(x)}{(x^m + y^m)^{\frac{1}{m}}} \times \\ \times {}_2\Psi_1 \left[\begin{matrix} (a, \tau); \left(\frac{1}{m}, \gamma \right) \\ (c, \beta) \end{matrix} \middle| -b \left(\frac{x^m}{x^m + y^m} \right)^y \right] dx, \quad (4)$$

где $\operatorname{Re} a > 0, \operatorname{Re} c > 0, \{\tau, \beta\} \subset \mathbb{R}, \tau > 0; \tau - \beta < 1; {}_2\Psi_1$ – обобщенная Wright гипергеометрическая функция [1].

В работе получены формулы обращения вышеуказанных интегральных преобразований, даны применения к вычислению интегралов, отсутствующих в наличной научной справочной литературе.

Литература

1 Kilbar A. A., Saigo M. H – Transform. – Chapman and Hall / CRC, 2004.

Воронович Г.К., Рейзина Г.Н., Коробко Е.В.

Белорусский национальный технический университет, ИТМО НАН Беларуси

В данной работе была поставлена задача: проследить динамику колебательной системы (КС) с внешним гармоническим воздействием вынуждающей силы в зависимости от подаваемого напряжения внешнего электрического поля, как главного фактора формирования силы демпфирования. В такой постановке задача решается впервые.

Простейшая механическая модель реальных амортизирующих устройств представляет собой тело массы m – объекта виброзащиты, опирающееся на пружину жесткости c с вибрирующим по гармоническому закону $X_1 = A_1 \sin(\omega t)$ основанием. Параллельно пружине установлен демпфер вязкого типа, реологические характеристики которого зависят от напряженности E электрического поля. При моделировании вводится понятие $X_{\text{крит}}$ – допустимое относительное смещение виброизолируемого тела, при котором поле, как фактор усиления виброзащитных свойств КС, не включается. $X_{\text{пред}}$ – реально возможное для данной КС физическое относительное смещение виброизолируемого объекта, обусловленное его конструкционными особенностями.

Исследования, проведенные ранее, показали, что вязкая составляющая электрореологической суспензии (ЭРС) имеет квадратичную зависимость, а упругая составляющая – линейную зависимость от E ; и именно максимальное проявление вязких свойств ЭРС дает максимальный демпфирующий эффект в КС. Таким образом, постановка задачи имеет вид

$$m\ddot{X} + F_c(X, \dot{X}) + cX = mA_1\omega^2 \sin(\omega t), \text{ где}$$

$$F_c = b(E)\dot{X} + a(E)X, \quad a(E) = a_1E + b_1, \quad b(E) = a_2E^2 + b_2E + c_2, \quad X(0) = \dot{X}(0) = 0$$

$F_c(X, \dot{X})$ – сила гидродинамического сопротивления, определяемая вязкой и упругой составляющими ЭРС. Конкретизация коэффициентов a_1, b_1, a_2, b_2, c_2 зависит от реологических особенностей ЭРС. В частности, имея экспериментальные данные по зависимости вязкой и упругой составляющих ЭРС от E , коэффициенты можно определить с помощью метода наименьших квадратов.

Как один из возможных вариантов зависимость $E(X)$ задана в виде

$$E(X) = 0, \quad |X| < X_{\text{крит}}; \quad \frac{e_2}{2} \left(\frac{|X|^2 - 1}{|X|^2 + 1} + 1 \right), \quad X_{\text{крит}} \leq |X| \leq X_{\text{пред}}.$$

От производной до рядов Фурье

Гахович А.С.

Белорусский национальный технический университет

Ряды Фурье – важнейший и единственный аппарат передачи электромагнитных сигналов в современном мире. т.е. являются базой развитой цивилизации. Производная функции является отправной точкой логической цепочки, приведшей к универсальному, с практической точки зрения, математическому аппарату. Этапы развития в этом направлении выглядят следующим образом:

1. Производная $f'(x)$ позволяет ввести $df(x)$ как предельно локальное приращение функции, вызванное предельно локальным приращением аргумента, а $\int_a^b df(x)$ – как предельно локальное суммирование указанных приращений, что приводит к формуле Ньютона-Лейбница

$$\int_a^b df(x) = f(b) - f(a).$$

2. Полученный результат при многократном его использовании приводит к рядам Тейлора, которые являются частным случаем степенных рядов.

$$\begin{aligned} f(x) &\approx f(x_0) + \int_{x_0}^x df(t) = f(x_0) + \int_{x_0}^x f'(t) dt = f(x_0) + \int_{x_0}^x \left[f(x_0) + \int_{x_0}^t df'(t_1) \right] dt = \\ &= f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!} (x - x_0) + \int_{x_0}^x dt \int_{x_0}^t f''(t_1) dt_1 = \dots = \sum_0^{\infty} \frac{f^{(k)}(x_0)}{k!} (x - x_0)^k. \end{aligned}$$

3. Изучение свойств сходимости степенных рядов в \mathbb{R} , а затем и в \mathbb{C} приводит на мысль «улучшения» этих свойств за счет замены переменной

$z_0 = e^{it}$ и получения тригонометрических рядов в \mathbb{C} :

$$\sum_0^{\infty} (a_k \cos kt + b_k \sin kt), \quad a_k, b_k \in \mathbb{C}. \quad (1)$$

4. Желание получить подобные «универсальные» ряды в действительном анализе (в реальном мире) заставило ввести в рассмотрении на предыдущем этапе вместо «обычных» степенных рядов ряды Лорана.

Итогом проделанной работы стали тригонометрические ряды (1) с действительными коэффициентами, которые и носят название рядов Фурье.

Методическое обеспечение учебного процесса по курсу «Высшая математика» для инженерно-педагогических специальностей

Емеличева Е.В., Лошкарева С.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Студенты считают математику трудным предметом, и многие жалуются на то, что совершенно не способны к математике. Можем ли мы рассчитывать на то, чтобы преодолеть известные трудности, с которыми студенты технических вузов усваивают курс высшей математики? Да, можем, если учтем, что при изложении курса имеется много средств, позволяющих сделать процесс преподавания понятным, помогающим студентам мыслить экономно. Одним из наиболее важных вопросов в организации учебного процесса для инженерно-педагогических специальностей является разработка комплекса методического обеспечения по курсу «Высшая математика».

Преподаватели, работающие на ИПФ, обобщили многолетний опыт работы со студентами, разработали и издали 3 сборника заданий по высшей математике для студентов инженерно-педагогических специальностей.

В первом методическом пособии содержатся такие разделы, как «Матрицы и определители», «Системы линейных уравнений», «Векторы», «Аналитическая геометрия», «Дифференциальное исчисление функции одной и нескольких переменных», «Комплексные числа».

Во втором – «Интегральное исчисление функции одной переменной», «Дифференциальные уравнения».

В третьем издании – «Двойные и тройные интегралы», «Ряды», «Теория вероятностей».

У данного комплекта методических пособий несколько целей: повышение доступности материала; уменьшение времени, затраченного на достижение конкретной цели; прочность усвоения материала; удовлетворенность студентов учением.

Структуры всех трех пособий одинаковы. По каждой теме решены типовые задачи с подробным объяснением, аналогичные приведены для решения на практических занятиях и в качестве домашнего задания. Задачи тщательно подобраны, учитывая уровень подготовки по математике учащихся, поступающих на ИПФ БНТУ.

Использование этих методических пособий в практической работе в течение 2007 – 2010 гг. повысило эффективность усвоения материала студентами, получило положительный отзыв как самих обучающихся, так и преподавателей.

Регулятор с дробным запаздыванием для полного успокоения линейной автономной системы

Карпук В.В., Метельский А.В.

Белорусский национальный технический университет

Дана линейная автономная дифференциально-разностная система

$$\dot{x}(t) = \sum_{i=0}^m A_i \lambda^i x(t) + bu(t), \quad t > 0, \quad x(t) = \eta(t), \quad t \in [-mh, 0]. \quad (1)$$

Здесь x – n -вектор-столбец решения уравнения (1) ($n \geq 2$); $\lambda^i x(t) = x(t - ih)$, $i = \overline{0, m}$ ($m \geq 1$); A_i – постоянные $n \times n$ -матрицы; $b = e_N = [0; \dots; 0; 1]^T$ – постоянный n -вектор; $0 < h$ – постоянное запаздывание.

Пусть система (1) полностью управляема и ее замыкание регулятором запаздывающего типа – однородная система с матрицей $\tilde{A}(\lambda)$:

$$\tilde{A}(\lambda) = \begin{bmatrix} \bar{A}(\lambda) + e_N [f_1(\lambda) + \alpha_N(\lambda), \dots, f_N(\lambda) + \alpha_1(\lambda)] S^{-1}(\lambda) & e_N a_1(\lambda) \\ [g_1(\lambda), \dots, g_N(\lambda)] S^{-1}(\lambda) & a_2(\lambda) \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Здесь $\bar{A}(\lambda)$, $S(\lambda)$ – известные полиномиальные матрицы, $\alpha_1(\lambda), \dots, \alpha_N(\lambda)$ – известные полиномы. Полиномы $a_i(\lambda)$, $i = 1, 2$, $f_i(\lambda)$, $g_i(\lambda)$, $i = \overline{1, N}$, подберем такими, чтобы в замкнутой системе $x_i(t) \equiv 0$, $t \geq Nm_1 h$, $i = \overline{1, n}$. Соответствующий регулятор будем называть регулятором полного успокоения.

Пусть $d(p) = |pE - \tilde{A}(e^{-ph})|$ – характеристический квазиполином замкнутой системы с матрицей (2).

Теорема. Для полного успокоения системы (1) достаточно, чтобы:
1) $d(p) = (p - p_1)(p - p_2) \dots (p - p_{N+1})$ – некоторый полином; 2) $a_1(e^{-ph}) / d(p)$, $(p - a_2(e^{-ph})) / d(p)$ – целые функции; 3) $[f_1(\lambda) + \alpha_N(\lambda), \dots, f_N(\lambda) + \alpha_1(\lambda)]$ – векторные полиномы.

Возможен критический случай [1], когда среди корней полинома $d(p)$ имеются инвариантные сопряженные числа p_0, \bar{p}_0 такие, что $\text{Im}(e^{-p_0 h}) = 0$. Второе из условий 2) напрямую выполнить невозможно, поэтому предлагаются два подхода. Первый – связан с увеличением порядка матрицы (2) замкнутой системы, второй – с использованием в регуляторе дробных запаздываний: h/k , k – натуральное число.

Некоторые вопросы методики проведения практических занятий по математике на первом курсе в современных условиях

Климович В.М. *, Корчемченко С.В.

Белорусский национальный технический университет*

Военная академия Республики Беларусь

Для правильной математической формулировки инженерно-технической или какой-либо другой проблемы необходимо знание не только той науки, из которой возникла эта проблема, но и знание математики. Поэтому требования к математической подготовке современного инженера возрастают. Следует отметить, что, например, в высших технических учебных заведениях выполнять указанные требования в полном объеме очень трудно. Многие студенты первого курса имеют слабую подготовку по математике за курс средней школы. Они не могут с пониманием воспринимать лекционный материал и хорошо готовиться к практическим занятиям. Кроме того, в последнее время прослеживается неоправданная тенденция сокращения учебных часов на изучение математики (особенно в некоторых технических вузах). Учебными планами не предусмотрено выполнение типовых расчетов, проведение в течение семестра консультаций и контрольных работ в необходимом количестве. Поэтому на экзаменах не мало студентов получают неудовлетворительные оценки по математике.

Для повышения уровня знаний студентов по математике, по нашему мнению, необходимо интенсифицировать методику проведения практических занятий. На каждом практическом занятии проверять знание студентами теории и умения решать задачи, а также качество выполнения домашнего задания и по десятибалльной системе в журнал выставлять оценки. На практических занятиях выделять время для краткого изложения (напоминания) основных положений математики средней школы, которые связаны с темой занятия. Это полезно делать и при чтении лекций. Объяснять новый материал на доступном для понимания студентами уровне строгости. Можно сложные и громоздкие доказательства некоторых теорем опускать и вместо них приводить достаточное количество примеров иллюстрирующих теорию. К практическим занятиям подбирать задачи которые раскрывают тему. Проводить письменные работы, рассчитанные на 10-15 минут для экспресс-контроля знаний. Если учебным планом предусмотрена контрольная работа, рассчитанная на два часа, то это является эффективным методом проверки знаний по пройденной теме. Для развития творческих способностей студентов и активизации их самостоятельной работы надо чаще предлагать на практических занятиях и задавать на дом задачи комплексного характера.

Алгоритм построения допустимого управления в задаче оптимизации линейной нестационарной динамической системы

Матвеева Л.Д.

Белорусский национальный технический университет

В работе рассматривается задача терминального управления

$$\begin{aligned} J(u) = c'x(t_x) \rightarrow \max, \quad \dot{x} = A(t)x + b(t)u, \\ x(t_0) = x_0, \quad Hx(t_x) = g, \quad |u(t)| \leq 1, \quad t \in T = [t_0, t_x]. \end{aligned} \quad (1)$$

Предполагается, что задано некоторое (экспертное) управление $\tilde{u}(t)$, $|\tilde{u}(t)| \leq 1$, $t \in T$, которое не является допустимым.

Данному управлению соответствует траектория $\tilde{x}(t)$, $t \in T$, не удовлетворяющая терминальному ограничению, т.е. $H\tilde{x}(t_x) \neq g$

Для задачи (1) формулируется задача первой фазы, которая решается с помощью прямого точного релаксационного метода. Первая фаза позволяет: 1) преобразовать неточную информацию в точную; 2) обнаружить несовместность ограничений исходной задачи; 3) удалить линейно-независимые равенства в ограничениях задачи (1).

Для иллюстрации метода решен пример построения допустимого управления в задаче оптимизации линейной системы второго порядка:

$$\begin{aligned} J(u) = x_1(u) \rightarrow \max, \quad \dot{x}_1 = x_2, \quad \dot{x}_2 = u, \quad x_1(0) = x_2(0) = 0, \\ x_1(u) + x_2(u) = 3, \quad |u(t)| \leq 1, \quad t \in [0, 4]. \end{aligned} \quad (3)$$

Экспертное управление имело вид.

$$\tilde{u}(t) = 0, \quad t \in [0; 3], \quad \tilde{u}(t) = 1, \quad t \in]3; 4].$$

Заметим, что $\bar{x}_1(u) + \bar{x}_2(u) = 1,5 \neq 3$.

За одну итерацию метода было получено допустимое управление

$$u^{(1)}(t) : u^{(1)}(t) = -1, \quad t \in [0; 1]; \quad u^{(1)}(t) = 1, \quad t \in]1; 4].$$

При этом $J(u^{(1)}) = 1$.

Литература

- Габасов, Р.Ф., Кириллова, Ф.М. Конструктивные методы оптимизации.
- II. Задачи управления. – Минск: изд. Университетское 1984. – 207 с.

О приложениях теории аналитических функций к задачам теплопроводности

Мелешко И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Аналитическая теория теплопроводности основана на дифференциальном уравнении теплопроводности Фурье, к которому присоединяют начальные и граничные условия (условия теплового взаимодействия между окружающей средой и поверхностью тела).

Как известно, температура в плоском тепловом поле без источников тепла удовлетворяет дифференциальному уравнению

$$\frac{\partial U}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right),$$

где t – время, а a^2 – некоторый постоянный коэффициент.

Различают установившиеся (стационарные) и неуставившиеся (нестационарные) температурные процессы.

Рассматривая установившиеся процессы, для которых температура не зависит от времени, приходим к уравнению Лапласа

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0.$$

Действительная и мнимая части аналитической в некоторой области функции являются гармоническими функциями в этой области, т.е. удовлетворяют уравнению Лапласа. На этом основан один из самых мощных методов решения задач, связанных с уравнением Лапласа (метод конформных отображений), позволяющий решать ряд важных проблем в теории теплопроводности, теории упругости, в гидродинамике и в других задачах механики и математической физики.

В основе этого метода лежит отображение заданной сложной области помощью некоторой преобразующей функции на простейшую область (например, круг, плоскость), для которой решение задачи значительно упрощается. При этом уравнение Лапласа и граничные условия сохраняют свой вид. Поэтому, если для круга или полуплоскости мы найдем аналитическую функцию, удовлетворяющую заданным граничным условиям, то задача считается решенной.

Таким образом, с помощью методов теории аналитических функций можно получать различные представления комплексных тепловых потенциалов, позволяющих определять все основные элементы теплового поля.

Некоторые особенности динамики корневых портретов интервальных систем

Несенчук А.А.

Белорусский национальный технический университет

Для семейства

$$P = \{p(s)\} \quad (1)$$

характеристических полиномов динамической системы,

$$p(s) = s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_{n-1} s + a_n, \quad (2)$$

где a_j – вещественные коэффициенты, $j = \overline{1, n}$, $s = \sigma + i\omega$, $a_j \in [\underline{a}_j, \overline{a}_j]$, \underline{a}_j и \overline{a}_j – минимальная и максимальная границы интервала a_j , определяется

характер пересечения границы асимптотической устойчивости ветвями годографов корневого портрета. Рассматриваются годографы при изменении параметра a_n , называемые *свободными*. Для решения поставленной задачи на основе выражения (2) выводятся уравнения корневого годографа

$$v(\sigma, \omega) = 0 \quad (3)$$

и параметра

$$u(\sigma, \omega) = a_n. \quad (4)$$

Далее с помощью первой производной $u'(\sigma, \omega) = 0$ выполняется исследование поведения функции параметра (4) на границе устойчивости, т.е. при условии $\sigma = 0$, вычисляются координаты ω точек экстремума этой функции. Ввиду непрерывности и аналитичности функции (4) устанавливается, что на границе устойчивости будет иметь место чередование точек максимума и минимума функции параметра и соответственно участков ее возрастания и убывания. Путем подстановки соответствующих границ интервалов a_j формируются выражения для определения мажоранты и миноранты функции (4).

Границы реальной области пересечения R границы устойчивости ветвями корневого портрета семейства (1) определяются на основании уравнения (3) корневого годографа при условии $\sigma = 0$ путем вычисления координат ω точек пересечения при подстановке в (3) соответствующих предельных значений интервалов изменения параметров (2).

Характер реальной области пересечения R устанавливается посредством анализа взаимного расположения точек экстремума функции (4) и границ реальной области пересечения.

Установлено что на границе устойчивости может быть три следующих основных варианта расположения области R : а) на участке (участках) возрастания функции параметра; б) на участке (участках) убывания функции

параметра и в) комбинированное, когда область R охватывает участки по-
растания и убывания функции параметра.

УДК 519.85/86:629.01 (075.8)

**Об учебном пособии
«Прикладная математика»**

Лебедева Г.И., Микулик Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Названное учебное пособие допущено Министерством образования
Республики Беларусь для студентов технических учебных заведений.

В нем компактно изложены математические методы, наиболее часто
используемые при решении прикладных задач: линейное программирова-
ние, содержащее общую постановку задачи, приведение ее к каноническому
виду, графический метод решения, симплексный метод, метод искусст-
венного базиса; теория двойственности в линейном программировании
включающая основные теоремы, геометрическую интерпретацию двой-
ственных задач, двойственный симплекс-метод; нелинейное программиро-
вание, содержащее задачи на безусловный экстремум, с ограничением ти-
па неравенств, градиентные методы; транспортная задача в матричной и
сетевой форме, методы построения начального опорного плана и методы
получения оптимального плана, венгерский метод; транспортная задача по
критерию времени и двухэтапная транспортная задача; методы динамиче-
ского программирования; методы дискретной оптимизации: отсечение
ветвей и границ; теория массового обслуживания, включающая общие
сведения, системы с ожиданием и смешанные системы; статистическое
моделирование, метод Монте-Карло; корреляционный анализ: парный и
многофакторный; сетевое планирование и управление; теория игр; теория
расписаний; вариационное исчисление; оптимальное управление; модели-
рование транспортных систем.

Наряду с изложением теоретического материала приведено достаточ-
ное количество примеров решения задач с реальным содержанием. В кон-
це каждого раздела в книге приведены упражнения для самостоятельной
работы.

Учебное пособие предназначено для студентов высших технических
учебных заведений, преподавателей, аспирантов, магистрантов, а также
лицам, занимающимся решением прикладных задач.

Литература

Лебедева, Г.И. Прикладная математика. Математические модели в транс-
портных системах / Г.И. Лебедева, Н.А. Микулик. – Минск: Асар, 2009.
512 с.: ил.

О методическом пособии «Математика. Методическое пособие для студентов заочной формы обучения. Часть 4»

Метельский А.В., Чепелев Н.И., Маршинкевич В.С.
Белорусский национальный технический университет

Широкому внедрению методов статистической обработки результатов измерений способствовало появление персональных компьютеров. Статистические программные пакеты сделали методы анализа данных доступными для неосведомленного пользователя. Незнание сути статистических методов приводит к их некорректному применению и принятию «обоснованных», но ложных выводов. Предлагаемое пособие раскрывает содержательную сторону использования методов вероятностно-статистического анализа, с одной стороны, и дает необходимые практические навыки, с другой стороны.

Учебное пособие включает вопросы к экзамену (выдержку из соответствующего раздела рабочей программы), список литературы, краткие теоретические сведения, решения типовых примеров, контрольные задания и таблицы основных вероятностных распределений.

Тематически учебное пособие охватывает традиционное содержание раздела «теория вероятностей и математическая статистика» – одного из основных разделов высшей математики. В пособии приводятся и разъясняются основные определения, теоремы, а также формулы, необходимые для выполнения контрольных заданий. Теоретический материал иллюстрируется решением достаточного количества типовых примеров. Акцент в пособии сделан на практическое использование ключевых процедур теории вероятностей и математической статистики и усвоение их сути. Это достигается, в первую очередь, разбором многочисленных примеров решения типовых задач. Учебное пособие наряду с традиционными заданиями включает большое количество заданий технического содержания. В пособии предложены также задания современного содержания, в том числе, – финансово-экономического. Такая подборка заданий, безусловно, расширит кругозор студентов по прикладной направленности дисциплины «Математика» в целом. Для удобства студентов в пособии приведены таблицы значений основных вероятностных распределений. Перечисленные особенности делают пособие автономным в аудиторной и самостоятельной работе.

Контрольные задания содержат семь типовых задач в тридцати вариантах каждая. Это позволяет использовать данное пособие как сборник контрольных аудиторных или индивидуальных домашних заданий на практических занятиях со студентами дневного отделения.

**Инновационные технологии при изложении курса математики
в техническом университете**

Микулик Н.А., Катковская И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Инновационные подходы к технологии производства продукции и подготовке инженерных кадров вызывают необходимость использования новых прогрессивных технологий в преподавании математики. В этом плане авторы считают необходимым применение в учебном процессе блочного рейтингового и проблемного методов, а также более широкое использование компьютерных технологий. Блочный метод предусматривает разбиение всего программного материала на части (блоки) и текущий контроль усвоением студентами этого материала, что способствует лучшему пониманию теоретического материала следующего блока, а также его творческому восприятию. Создаваемые преподавателем, ведущим лекционные или практические занятия, проблемные ситуации и обсуждение задач, связанных с производством, вызывают у обучаемых интерес к предмету и творческое участие в разрешении предлагаемых ситуаций, способствуют формированию знаний, умений и навыков. Важное место в развитии творческого подхода у студентов к решению различного рода задач занимает самостоятельная работа над изучаемым материалом. Поэтому на практических занятиях должно уделяться значительное внимание самостоятельной работе студентов под руководством преподавателя. Преподавателю следует рассмотреть типовые примеры или задачи, а их отработку предложить студентам проделать самостоятельно с последующим контролем выполнения. Самостоятельная работа студентов без участия преподавателя (выполнение текущих и индивидуальных заданий) должна также контролироваться преподавателем. К инновационным методам при изучении математики в техническом вузе следует отнести: творческий подход к решению задач на практических занятиях; самостоятельную работу на практических занятиях; выполнение индивидуальных заданий; самостоятельное изучение отдельных тем курса, составление по ним конспекта; подготовку рефератов на темы, предусмотренные и не предусмотренные учебной программой; подготовку научных докладов и выступление с ними на семинарах; участие студентов в выполнении НИР; выступление студентов с докладами на СНТК; подготовку студентами вместе с преподавателем к печати статей; участие студентов в студенческих олимпиадах. Таким образом студенты, выполняя названные работы, приобретают навыки научных исследований и в дальнейшем могут применять их при выполнении курсовых и дипломных работ или проектов.

Об издании пособий для самостоятельной работы студентов заочной формы обучения

Раевская Л.А., Яцкевич Т.С., Герасимова Е.А.
Белорусский национальный технический университет

Создание методических комплексов для организации учебного процесса студентов заочной формы обучения – одно из важнейших направлений в работе педагогических коллективов кафедр вузов. Как правило, в состав комплексов должны входить учебники и учебные пособия, учебная программа курса, перечень базовой и рекомендуемой литературы, методические рекомендации (указания) по выполнению практических заданий и упражнений, методические рекомендации по организации самостоятельной работы и изучению дисциплины, методические материалы, обеспечивающие возможность самоконтроля знаний студентов, а также другие составляющие комплексов.

Проанализировав имеющиеся на кафедре методические материалы для организации учебного процесса студентов заочной формы обучения, авторы пришли к выводу о необходимости издания пособий для организации самостоятельной работы и самоконтроля знаний по высшей математике. Дополнительным аргументом для издания таких пособий стало появление в учебных планах дисциплины цикла семестровых консультаций, которые можно организовать и как проведение консультационных занятий в семестре.

Авторами предлагается издание четырех пособий (по числу семестров) для организации самостоятельной работы студентов-заочников инженерно-технических специальностей, которые могут быть использованы и при проведении семестровых консультационных практических занятий. В пособиях содержатся основные теоретические понятия, определения, теоремы по разделам программы курса высшей математики, приведены образцы решения типовых примеров, задания для самостоятельной работы студентов с ответами для самоконтроля, а также тесты по избранным темам, которые также позволят проверить результативность изучения тем дисциплины.

Следует отметить, что подобные пособия были изданы и использовались при подготовке студентов-заочников в технологическом университете. Результаты опыта оценены положительно как преподавателями, так и студентами.

Учитывая все выше сказанное, авторы считают, что издание такого комплекса пособий будет полезно для изучения курса высшей математики и организации учебного процесса студентов всех форм обучения.

Рейзина Г.Н., Коробко Е.В., Воронович Г.К.

Белорусский национальный технический университет, ИТМО НАН Беларуси

Эффективным методом получения информации для конкретных условий производства и технологии является создание (генерация) математических модулей определенных интеллектуальных упругодемпфирующих систем [1, 2]. В отличие от микромоделей, математические макромоделю не описывая механизма протекающих в системе сложных явлений, позволяют быстро и с высокой точностью рассчитать интересующие исследователя виброзащиту по упругой и вязкой составляющим демпфера или решить более важную обратную задачу: определить параметры составляющих для получения заданных значений упругодемпфирующих характеристик при заданном поле (напряженности).

В качестве оптимального метода создания макромоделей виброзащитных систем авторами предложен метод множественной корреляции, основанный на получении экстремальных значений одной из функций отклика при ограничениях

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

При условии, что n факторов связаны k ($k < n$) уравнениями (моделями) $z_k = \varphi_k(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Искомая модель имеет вид

$$F = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \lambda_1 [\varphi_1(x_1, x_2, \dots, x_n) - z_1] + \lambda_2 [\varphi_2(x_1, x_2, \dots, x_n) - z_2] + \dots + \lambda_k [\varphi_k(x_1, x_2, \dots, x_n) - z_n]$$

Таким образом, задача свелась к отысканию условного экстремума.

В работе получена адекватная информативная модель управления процессом диссипации энергии, обеспечивающая достижение наилучшего сочетания упругодемпфирующих характеристик.

Литература

1. Шульман, З.П., Хусид, Б.М., Коробко, Е.В. Системы виброзащиты на основе демпферов вязкого трения с электрореологической суспензией / ДАИ АН БССР, 1987. – Т. 31, № 8, с. 117-120.
2. Рейзина, Г.Н. Особенности оптимизации параметров виброзащитных систем / Материалы VI МНТК, Т.2. Минск, 2008. Наука – образованию, производству, экономике.

О математической модели рациональности планировочного решения жилья

Романюк Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Каждый человек в процессе своей повседневной жизни, находясь у себя дома (в квартире, в гостинице, в общежитии, в коттедже) фактически постоянно взаимодействует с пространством дома, его помещений и в каждый конкретный момент может ответить на вопросы: 1) ощущаю ли я достаточный простор? Или, возможно, я испытываю тесноту и дискомфорт? 2) Удобно ли, практично ли организовано данное пространство? 3) Удобно ли содержать в порядке, исправности и чистоте данное помещение или это требует неоправданно высоких затрат (материальных и трудовых)? 4) Рационально ли соотношение цена/качество применительно к данной части пространства жилья?

Эти вопросы в итоге формируют как субъективную оценку конкретно-го жилья, так и объективную характеристику рациональности планировочного решения пространства.

Цель настоящей работы – построение математической модели рациональности планировочного решения жилья на примере квартиры, в определенном смысле «средней», «типовой», «стандартной» – пусть это будет 1-комнатная квартира обычной планировки в стандартном современном крупнопанельном многоэтажном доме.

Введем функцию $K(t) = U(t) \cdot V$, где $U(t)$ – размер площади квартиры, используемой жильцами в момент времени t ; V (м^2) – общая площадь квартиры. Строится интегральная функция P – величина простора квартиры:

$$P = \int_{t_1}^{t_2} K(t) dt, \text{ где отрезок } [t_1; t_2] \text{ – время активного использования жилья.}$$

Также определяются числовые характеристики жилья: N (м^2) – количество «узких мест» данного проекта; C – удобство обслуживания.

Величина W – «потребительская оценка» данного жилья строится в виде $W = C(\alpha_1 \cdot P - \alpha_2 \cdot N)$, где коэффициенты α_1, α_2 определяются экспериментально. W заметно увеличивается как при устранении «узких мест», так и при формировании помещений, выполняющих несколько различных функций (кухня – столовая; спальня с элементами кабинета кого-либо из членов семьи и т.п.).

Разработаны алгоритмы построения характеристик, участвующих в приведенных формулах.

Задача построения интегрального коэффициента использования жилья

Романюк Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Значительное количество граждан Беларуси имеют достаточно простое загородное жилье (коттеджи или подобные им дачи). В то же время опыта загородного проживания (длительного, из поколения в поколение) явно недостаточно. В итоге наши представления о потребительских свойствах загородного жилья в большой степени являются лишь экстраполяцией оценки удобства достаточно просторной квартиры.

Следствиями такого упрощенного подхода являются большие неиспользуемые должным образом части помещений, наличие труднодоступных углов дома или участка, изобилие узких коридоров (проходных зон) и т.д. Это неизбежно приводит как к неудобствам использования объектов так и к неоправданным материальным и трудовым затратам, причем на всех этапах – от процесса постройки до возникающих моментов текущего ремонта и реконструкции.

Построение математических моделей в соответствующих задачах призваны объективно оценить потребительское качество планировочного решения.

В работе предлагается алгоритм построения следующей характеристики («интегральный коэффициент использования жилья»):

$Q = Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3$, где Q_0 – интегральный коэффициент использования (ИКИ) жилой части дома; Q_1 – ИКИ гаража; Q_2 – ИКИ подсобных помещений (мастерская, хранилища и т.п.); Q_3 – ИКИ прилегающего участка

Величины $Q_i, i = \overline{0,3}$, строятся в виде: $Q_i = c_i(a_i P_i - b_i N_i)$, где a_i, b_i коэффициенты (определяются экспериментально); c_i – величина, обратно пропорциональная издержкам по уборке и поддержанию порядка 1 м² дан

ного пространства. $P_i = \int_{t_1}^{t_2} K_i(t) dt$, где $[t_1; t_2]$ – время активного использо

вания жилья; $K_i(t) = \frac{U_i(t)}{V_i}$, где $U_i(t)$ – количество соответствующих площадей, используемых в момент t ; V_i – общая площадь данного объекта

N_i – количество «узких мест»; $i = \overline{0,3}$.

Алгоритм Рауса и сигнатуры неприводимых представлений простых алгебр Ли

Рудый А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Пусть G – простая алгебра Ли. Пусть $G = sp(2r, C)$. Рассмотрим неприводимые представления $\varphi: sp(2r, C) \rightarrow sl(V)$. Если G_σ – вещественная форма алгебры G , то $\varphi(G_\sigma) \subset su(p, q)$. Пусть $\delta = p - q$. В [1] были получены формулы для δ в терминах отметок старшего веса λ представления φ . Вычисление δ сводилось к вычислению определителей специального вида (определителей Гурвица). Рассмотрим алгебру $sp(12, C)$. Приведем алгоритм вычисления δ , отличный от изложенного в [2]. В данном алгоритме нужно вычислить определитель

$$Hur = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ s_1(1,3) & s_1(2,4) & 1 & 1 \\ s_2(1,3) & s_2(2,4) & s_1(1,3,5) & s_1(2,4,6) \\ s_3(1,3) & s_3(2,4) & s_2(1,3,5) & s_2(2,4,6) \end{vmatrix},$$

составленный из однородных многочленов двух и трех переменных вида:

$$s_i(k_1, k_2) = t_{k_1}^i + t_{k_1}^{i-1} \cdot t_{k_2} + t_{k_1}^{i-2} \cdot t_{k_2}^2 + \dots + t_{k_2}^i, \text{ и } t_k, \text{ – функции от координат}$$

λ . Применяя алгоритм Рауса, получим:

$$Hur = (t_1 t_2 t_3 t_4 - t_1 t_2 t_3 t_5 + t_1 t_2 t_4 t_5 - \dots) - \frac{1}{2} \left(-t_1^2 t_2^2 + t_1^2 t_3^2 - t_1^2 t_4^2 + \dots \right) - \frac{1}{2} \left(-t_1 t_2 + t_1 t_3 - t_1 t_4 + \dots \right)^2.$$

Литература

1. Rudy, A.N. Signatures of finite classical Lie algebras representations// J. Phys.A:Math.Gen. 1995. V. 28 P. 1641-1653.
2. Рудый, А.Н. Определители Гурвица и подалгебры алгебр $su(p, q)$. // Материалы 8 НТК БНТУ. – Минск, 2010. – Т. 3, с.305.

Геодезические линии околосолнечного пространства

Рябушко А.П. *, Неманова И.Т., Жур Т.А.

Белорусский национальный технический университет*

Белорусский государственный аграрный технический университет

Изучение околосолнечного пространства с помощью новейших телескопов и космических аппаратов (КА) показало, что оно достаточно густо населено реликтовой материей, оставшейся от строительства Солнечной системы (С.с.) и создающей добавочное гравитационное поле. Согласно эйнштейновской теории тяготения любые массы формируют искривленное риманово пространство-время, геодезические линии которого являются траекториями движения тел с небольшими массами.

Опираясь на данные о плотности распределения реликтовой материи в С.с. [1], мы нашли метрику соответствующего риманова пространства времени, решив в постньютоновском приближении полевые уравнения Эйнштейна, и на ее основе вывели и проинтегрировали системы дифференциальных уравнений геодезических линий, получив в итоге уравнение орбиты любого пробного тела в С.с.

Отметим два основных результата.

1. Найденная метрика околосолнечного пространства указывает на наличие дополнительного ускорения, действующего на любое тело. Это ускорение на расстояниях (20–70) а.е. от Солнца ($1 \text{ а.е.} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ км}$ – астрономическая единица, равная среднему расстоянию Земли до Солнца) имеет значения

$$a = (7,44 \pm 10,09) \cdot 10^{-8} \text{ см} \cdot \text{сек}^{-2}$$

и направлено к Солнцу. Тем самым решена так называемая проблема Pioneer anomaly, согласно которой КА Pioneer 10 и Pioneer 11 на упомянутых расстояниях зафиксировали дополнительное ускорение «неизвестного происхождения», направленное к Солнцу и равное

$$a_p = (8,74 \pm 1,33) \cdot 10^{-8} \text{ см} \cdot \text{сек}^{-2}$$

2. Реликтовая материя вызывает дополнительное смещение перигелиев планет, обратное релятивистскому смещению перигелия Меркурия. В сумме смещение перигелиев внутренних планет С.с. прямое, а для внешних планет (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон) – обратное.

Литература

1. Ипатов, Г.П. Миграция малых тел в Солнечной системе / Г.П. Ипатов Москва, 2000.

Треугольные лагранжевы точки при учете светового давления

Рябушко А.П. *, Жур Т.А., Боярина И.П.

Белорусский национальный технический университет*

Белорусский государственный аграрный технический университет

В ньютоновской небесной механике существует точное решение уравнений движения в частном случае проблемы трех тел., когда тела расположены в вершинах равностороннего треугольника с постоянными сторонами и вращаются по круговым орбитам вокруг общего центра масс [1]. Это решение получено в пустом пространстве без учета светового давления.

В предлагаемом сообщении рассмотрена следующая задача трех тел. Имеем два тела M_1 и M_2 сравнимых масс m_1 и m_2 , третье тело M_3 имеет массу $m_3 \ll m_1, m_3 \ll m_2$, т.е. третье тело M_3 не влияет на движения первых двух; им может быть астероид, комета, микрочастица, молекула и т.п. (пробное тело); первое тело является звездой и оказывает световое давление на другое тяжелое тело и на пробное тело. Выявить эффекты давления.

Расчеты показывают, что влияние светового давления на другое (темное) тело ничтожно мало, а влияние на движение пробного тела в зависимости от его характеристик может быть весьма существенным.

Более точно: если так называемая *редуцированная* масса m_1^* системы «звезда-пробное тело», определяемая формулой

$$m_1^* = m_1 - k\sigma_0 q_0 r_0^2 / (\gamma m_0 c),$$

где $1 \leq k < 2$ – коэффициент отражения света пробным телом массой m_0 , σ_0 – миделево сечение пробного тела, q_0 – звездная постоянная звезды на расстоянии r_0 , γ – ньютоновская постоянная тяготения, c – скорость света в вакууме, стремится к нулю ($m_1^* \rightarrow 0$), то указанный равносторонний треугольник превращается в равнобедренный $M_2M_3 = M_2M_1 < M_1M_3$ и треугольные точки либрации L_4 и L_5 приближаются к звезде M_1 , в пределе сливаясь с ней, т.е. точки либрации исчезают.

Литература

1. Субботин, М.Ф. Введение в теоретическую астрономию М.Ф. Субботин. – Москва, 1968.

Единая теория Природы

Соколова Н.М.

Белорусский национальный технический университет

Впервые публикуются результаты новой единой математической теории Природы на основе фрактальной теоремы Пифагора (ФТП) и принципа калибровочной динамики.

Геометрия мира (метрика) задается выражением для расстояния между двумя точками. В евклидовом трехмерном пространстве метрика описывается классической теоремой Пифагора. В псевдоевклидовом едином мире в пространстве – времени Минковского M^{3+1} , метрика задается формулой ФТП [1, С. 64].

Единственным препятствием в объединении вещества (материи) и всех взаимодействий является нерешенная проблема квантования гравитационного поля. Все остальные фундаментальные силы взаимодействуют на основе уже проквантованных полей.

Гравитационное воздействие – это проявление локальной калибровочной (скрытой, абстрактной) симметрии, лежащей в основе законов реального мира.

ФТП – математическая теория квантового описания всех четырех типов взаимодействий и вещества (материи).

По числу четырех фундаментальных взаимодействий должны существовать также и четыре уровня квантований.

Если физическая система симметрична, но не устойчива, то происходит так называемое спонтанное нарушение симметрии, при котором система переходит в устойчивое состояние, но уже не симметричное, а более сложное. Сложная структура возникает спонтанно, и при этом нужно уметь оценивать порядок сложности. Существуют также понятия порядка простоты и симметрии, которые могут возникать и в пространстве, и во времени. Пример пространственного порядка – это кристаллическая решетка. В ее основе лежит элементарная симметричная структура определенного типа (кристаллографическая симметрия). Временной порядок – это регулярное течение естественных явлений, которое объясняется периодическими законами физики.

ФТП является математическим инструментом для изучения всех физических систем в различных конечных, бесконечно-малых и бесконечно-больших масштабах, в различных условиях.

1. Соколова, Н.М. Новый подход к формулировке универсальных законов на основе формализма теории спинорного поля. – Вестник БНТУ № 2, 2004. – С. 64-67.

**О специальных курсах математики
на факультете информационных технологий и робототехники БНТУ**

Федосик Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Теория вычислительных методов имеет применение всюду, где приходится встречаться с числами или рассматривать явления и процессы, подчиняющиеся количественным законам. Вычислительная математика часто позволяет получить решение там, где другие методы оказываются бессильными. Поэтому очевидна необходимость включения методов вычислений (или отдельных разделов) в учебную программу вузов, по крайней мере естественно-научного профиля. В соответствии с республиканской программой на ФИТР разработана учебная программа по вычислительной математике (34 ч. лекций, 34 ч. лабораторных работ), выпущено три учебно-методических пособия, т.к. литература по вычислительной математике весьма обширна и студентам нелегко заниматься поисками нужных разделов в десятках книг.

Для специальности «программное обеспечение информационных технологий» в соответствии с республиканской программой разработана учебная программа курса «Специальные главы математики» (III курс, V семестр). Она состоит из четырех разделов: основы теории множеств, элементы теории графов, основы теории чисел, основные алгебраические структуры (34 ч. лекций, 17 ч. Практики, 17 ч. лабораторных работ).

Для методического обеспечения учебного процесса на кафедре высшей математики № 1 разработано учебное электронное пособие в двух частях. Оно представляет собой краткий конспект лекций по всем вопросам, содержащимся в рабочей программе. Цель спецкурса – повысить квалификацию будущих инженеров-программистов, дать основы знаний современной прикладной алгебры, имеющей очень важные практические приложения. Это, например, представление о математических основах создания систем защиты от несанкционированного доступа (рассматривается система защиты с открытым ключом RSA), теоретические основы создания и реализации помехоустойчивых систем передачи информации, способных отсекать появляющиеся в процессе работы «шумы» и т.д. Хорошее усвоение этих спецкурсов, несомненно, поможет в будущей работе по соответствующим специальностям дипломированным инженерам-программистам. | Каскевич, В.И. Специальные главы высшей математики. Основы теории множеств. Элементы теории графов [Электронный ресурс]: [учебное пособие для спец. 1-40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий»] / Каскевич В.И., Федосик Е.А.– Минск: БНТУ, 2010.

**Алгоритм построения паретовских слоев на объединении
конечного числа подмножеств начальных данных**

Чебаков С.В.

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси

В [1] автором рассматривались вопросы организации параллельных вычислений для определенного класса комбинаторных задач, в частности для многокритериальной задачи нахождения множества Парето на конечном множестве начальных данных. Одним из этапов разработанной схемы алгоритма параллельных вычислений являлась задача объединения двух или более подмножеств начальных данных, каждое из которых представлено в виде разбиения на отдельные паретовские слои. Результирующее подмножество также должно быть представлено в виде разбиения на вновь построенные паретовские слои. Эта оптимизационная задача и рассматривалась в данной работе. Оказалось, что алгоритм ее решения содержит в себе собственную оптимизационную подзадачу нахождения множества Парето на объединении конечного числа отдельных паретовских множеств в заданном критериальном пространстве. Предложен способ решения данной подзадачи, который включает в себя следующие отдельные шаги:

- представление любого отдельного паретовского множества в виде вложенных друг в друга подмножеств с упорядоченными верхними и нижними критериальными границами;
- переход к использованию упорядоченных критериальных границ представляющих собой вектора в заданном критериальном пространстве, в качестве элементов для частичного построения требуемого множества Парето;
- полное построение формируемого паретовского множества с учетом упорядоченности критериальных границ отдельных подмножеств.

Подобное представление паретовских подмножеств дает возможность в значительной мере избежать, используя алгоритмы поиска в упорядоченных структурах данных, традиционного для подобных задач метода перебора альтернативных вариантов из множества начальных данных для построения паретовских подмножеств, что позволяет уменьшить общее время решения комбинаторных задач при организации параллельных вычислений.

Литература

1. Чебаков, С.В. Алгоритмы организации параллельных вычислений для некоторых комбинаторных задач /Весті НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2009. – № 3. – С. 105-113.

О равномерной асимптотической устойчивости скалярного уравнения с запаздыванием

Шавель Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается скалярное уравнение вида

$$\dot{x}(t) = -a(t)x(t-r(t)), \quad (1)$$

где $a: R_+ \rightarrow R_+$, $r: R_+ \rightarrow R_+$ – непрерывные функции, $r(t) \leq r$ для любых $t \geq 0$ и некоторого $r > 0$.

Известно, что выполнение условий

$$\sup_{t \geq 0} \int_t^{t+r} a(s) ds < \frac{3}{2}, \quad \inf_{t \geq 0} \int_t^{t+r} a(s) ds < 0, \quad (2)$$

обеспечивает равномерную асимптотическую устойчивость уравнения (1).

Предположим, что для некоторых $\alpha < \frac{3}{2}$ и непрерывной функции

$p: R_+ \rightarrow R$ имеет место

$$\int_t^{t+r} a(s) ds \leq \alpha + p(t), \quad \forall t \geq 0; \quad \int_{t-r}^t a(s)p(s) ds \leq 0, \quad \forall t \geq r; \quad \inf_{t \geq 0} \int_t^{t+r} a(s) ds > 0, \quad (3)$$

$$\text{где } \square(t) = \min \left\{ r(t), \sup \left\{ 0 \leq \tau \leq t : \int_{t-\tau}^t a(s) ds \leq 1 \right\} \right\}.$$

Тогда уравнение (1) равномерно асимптотически устойчиво.

Отметим, что условия (2) являются частным случаем условий (3) при $p(t) \equiv 0$. В то же время, если в условиях (3) нельзя положить $p(t) \equiv 0$, то первое из условий (2) будет нарушено. Например, в случае

$a(t) = \cos \frac{9}{4} \pi t + 1$, $r(t) \equiv r = \frac{4}{3}$ условие (3) выполняются при достаточно

малом $\varepsilon > 0$ с $\alpha = \frac{3}{2} - \varepsilon$, $p(t) = -\frac{1}{6} - \frac{8}{9\pi} \sin \frac{9}{4} \pi t + \varepsilon$ и, следовательно, со-

ответствующее уравнение вида (1) равномерно асимптотически устойчиво. При этом

$$\sup_{t \geq 0} \int_t^{t+r} a(s) ds = \frac{4}{3} + \frac{8}{9\pi} > \frac{\pi}{2} > \frac{3}{2},$$

т.е. первое из условий (2) нарушено.

Решение некоторых задач формообразования оптических поверхностей с использованием математических пакетов

Юринок В.И.

Белорусский национальный технический университет

Анализ работы устройств для пневмоцентробежной обработки показывает, что процесс формообразования шариков из заготовок кубической формы можно описать, выделив несколько стадий: качение кубика по поверхности, когда он поворачивается вокруг некоторой неподвижной точки контакта; качение заготовки с проскальзыванием, когда она имеет форму кубика со сработанными вершинами; качение заготовки с проскальзыванием, когда она имеет форму сферы, то есть стадия доводки шарика до заданного диаметра и требуемого качества поверхности.

Известно, что износ U поверхности обрабатываемой детали (объемные или весовые единицы) определяется по зависимости $U = k \cdot p(t) \cdot V(t) \cdot t$, где k – коэффициент, зависящий от условий обработки (характеризует размер абразивного зерна инструментальных дисков, материал детали, коэффициент трения и т.д.; $p(t)$ – давление по нормали к трущимся поверхностям; $V(t)$ – скорость относительного движения поверхностей; t – время обработки.

В докладе рассматривается способ формообразования шариков в поле сил инерции и уточненная математическая модель движения заготовки с изменением массы заготовки и давления в зоне контакта с учетом изменяющейся площади соприкасающихся поверхностей на этапе предварительной обработки. Полученные соотношения позволяют оценить интенсивность съема припуска с заготовки, что является важным при автоматизации процессов изготовления микрооптики. Анализ дифференциальных уравнений, составляющих математическую модель получения полных сферических поверхностей из заготовок кубической формы показывает, что прогнозирование изменения формы оптических поверхностей может базироваться только на нелинейных динамических системах. Имеющийся на сегодняшний день математический пакет MathCAD 15 позволяет осуществить математическое моделирование существующих и находящихся на стадии конструкторской проработки новых технологических схем и провести численное исследование точностных параметров сферических поверхностей оптических деталей. Расчетные формулы для $V(t)$ и $p(t)$ позволяют провести численные исследования изменения формы кубической заготовки, прогнозировать на этой основе закономерности достижения качественных и количественных показателей при изготовлении микрооптики.

Особенности работы со студентами первого курса инженерно-технических специальностей в нынешних условиях

Яцкевич Т.С., Яцкевич Г.М. *, Герасимова Е.А., Раевская Л.А.
Белорусский национальный технический университет
Военная Академия Республики Беларусь*

Становится очевидным разрыв между требованиями высшей школы и качеством знаний студентов первого курса по основополагающим дисциплинам, к которым в первую очередь относятся высшая математика и физика. Данную проблему каждый преподаватель старается решать доступными ему средствами и методами. Это и проведение дополнительных занятий, консультаций, коллоквиумов. Это и подготовка и издание специальных методических материалов и пособий, как для самостоятельной, так и аудиторной работы. Всё это делается, как правило, за счёт личного времени преподавателя.

Проблему устранения разрыва между средней и высшей школами, замкнутого существующей системой среднего образования Беларуси, нужно решать централизованно, на уровне высшего руководства БНТУ, тем более что такой опыт работы уже есть. Так, например, в Военной академии Республики Беларусь для студентов-первокурсников были разработаны и внедрены в учебный процесс восстанавливающий курс по математике в объёме 36 часов и факультативный выравнивающий курс в объёме 50 часов на каждую академическую группу дополнительно к основному курсу высшей математики.

Восстанавливающий курс (36 часов) содержит необходимые сведения по элементарной математике. Он включён в сетку основного расписания и читается в самом начале первого семестра перед изучением основного курса высшей математики.

Факультативный выравнивающий курс (50 часов) предполагает дополнительные занятия по важнейшим темам основного курса математики. Они также включены в сетку основного расписания. Для вышеназванных курсов были детально разработаны темы каждого занятия, изданы методические пособия, предусмотрены зачёты. Эта большая и трудоёмкая работа дала свои положительные результаты. По итогам зимней экзаменационной сессии успеваемость по математике повысилась в среднем на 18% по сравнению с предыдущим учебным годом. Эти курсы уже внесены в действующую программу по математике, а часы, отведённые для них, учитываются в основной нагрузке преподавателей.

Авторы считают, что такой опыт и такой подход к решению проблемы качества знаний студентов заслуживают изучения и применения в БНТУ.

**Методы математического
моделирования в прикладных
исследованиях и учебном
процессе**

Операторное решение термоупругой динамической задачи

Акимов А.А.

Белорусский национальный технический университет

Представим дифференциальные уравнения термоупругости в операторном виде

$$L_{ij}(u_j) + L_{i4}(\Theta) = -F_i, \quad L_{4i}(u_i) + L_{44}\Theta = -Q/\chi, \quad i, j = 1, 2, 3.$$

Здесь введены следующие обозначения:

$$L_{ij} \equiv \square \frac{2}{2} \delta_{ij} + a \partial_i \partial_j, \quad L_{i4} \equiv -\gamma_0 \partial_i, \quad L_{4i} \equiv -\eta \partial_i \partial_i, \quad L_{44} \equiv \square \frac{2}{3},$$

$$F_i \equiv X_i / \mu, \quad \gamma_0 \equiv \gamma / \mu, \quad a \equiv (\lambda + \mu) / \mu.$$

Введем четыре функции χ_i ($i = 1, 2, 3, 4$), связанные с перемещениями и температурой следующим образом:

$$u_1 = \begin{vmatrix} \chi_1 & L_{12} & L_{13} & L_{14} \\ \chi_2 & L_{22} & L_{23} & L_{24} \\ \chi_3 & L_{32} & L_{33} & L_{34} \\ \chi_4 & L_{42} & L_{43} & L_{44} \end{vmatrix}, \quad u_2 = \begin{vmatrix} L_{11} & \chi_1 & L_{13} & L_{14} \\ L_{21} & \chi_2 & L_{23} & L_{24} \\ L_{31} & \chi_3 & L_{33} & L_{34} \\ L_{41} & \chi_4 & L_{43} & L_{44} \end{vmatrix},$$

$$u_3 = \begin{vmatrix} L_{11} & L_{12} & \chi_1 & L_{14} \\ L_{21} & L_{22} & \chi_2 & L_{24} \\ L_{31} & L_{32} & \chi_3 & L_{34} \\ L_{41} & L_{42} & \chi_4 & L_{44} \end{vmatrix}, \quad \Theta = \begin{vmatrix} L_{11} & L_{12} & L_{13} & \chi_1 \\ L_{21} & L_{22} & L_{23} & \chi_2 \\ L_{31} & L_{32} & L_{33} & \chi_3 \\ L_{41} & L_{42} & L_{43} & \chi_4 \end{vmatrix}.$$

Найдем эти определители, рассматривая операторы, как числа. Это даст следующие соотношения между функциями $\varphi_i \equiv \square \frac{2}{2} \chi_i$, $i = 1, 2, 3, 4$:

$$u_1 = (\Omega - \partial_1^2 \Gamma) \varphi_1 - \partial_1 \partial_2 \Gamma \varphi_2 - \partial_1 \partial_3 \Gamma \varphi_3 + \gamma_0 \partial_1 \square \frac{2}{2} \varphi_4,$$

$$u_2 = -\partial_2 \partial_1 \Gamma \varphi_1 - (\Omega - \partial_2^2 \Gamma) \varphi_2 - \partial_2 \partial_3 \Gamma \varphi_3 + \gamma_0 \partial_2 \square \frac{2}{2} \varphi_4,$$

$$u_3 = -\partial_3 \partial_1 \Gamma \varphi_1 - \partial_3 \partial_2 \Gamma \varphi_2 - (\Omega - \partial_3^2 \Gamma) \varphi_3 + \gamma_0 \partial_3 \square \frac{2}{2} \varphi_4,$$

$$\Theta = \eta \partial_1 \partial_1 \square \frac{2}{2} \varphi_1 + \eta \partial_1 \partial_2 \square \frac{2}{2} \varphi_2 + \eta \partial_1 \partial_3 \square \frac{2}{2} \varphi_3 + (1 + a) \square \frac{2}{1} \square \frac{2}{2} \varphi_4.$$

Здесь

$$\Omega \equiv (1 + a) \square \frac{2}{1} \square \frac{2}{3} - \gamma_0 \eta \partial_i \nabla^2, \quad \Gamma \equiv a \square \frac{2}{3} - \gamma_0 \eta \partial_i.$$

Операторный метод нахождения коэффициентов рядов Дирихле как обобщение интерполяционной формуле Лагранжа

Акимов А.А.

Белорусский национальный технический университет

С помощью оператора $D = \frac{sh(d_x) - d_x}{d_x^3(d_x - \lambda_k)}$ можно найти коэффициенты

в случае разложения функции $\exp(ax)$ в ряд Дирихле $e^{ax} = \sum_{k=0}^{\infty} c_k e^{\lambda_k x}$,
где λ_k - корни уравнения $sh(\mu) - \mu = 0$.

В этом случае разрешающее уравнение принимает вид:

$$\left[\frac{(ch(a) - a)e^{ax}}{a^3(a - \lambda_k)} \right]_{x=0} = \left[c_k \frac{(ch(\lambda)_k - 1)e^{\lambda_k x}}{a_k^3} \right]_{x=0}$$

откуда следует, что $c_k = \frac{(sh(a) - a)\lambda_k^3}{a^3(a - \lambda_k)(ch(\lambda_k) - 1)}$. Если положить

$L(a) = \frac{sh(a) - a}{a^3}$, получим известное разложение,

$\exp(ax) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{L(a)e^{\lambda_k x}}{(a - \lambda_k)L'(\lambda_k)}$, являющееся интерполяционной формулой

Лагранжа.

Аналогично получим:

$$F(\mu x) = F(0) \frac{\varphi(\mu)}{\mu} + 2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\varphi'(a_k)} \frac{\varphi(\mu)}{\mu^2 - a_k^2} \cdot [\mu F_{\psi}(a_k x) + a_k F_{\psi}(a_k x)],$$

здесь введены обозначения: $F_{\psi}(a_k x) = 0,5(F(a_k x) + F(-a_k x))$ - четная часть функции $F(a_k x) = 0,5(F(a_k x) - F(-a_k x))$ - нечетная часть функции

$$\varphi(\mu) = \mu \prod_{m=1}^{\infty} \left(1 - \frac{\mu^2}{a_m^2}\right).$$

Влияние однородного теплового потока на прочность пластины с круговым отверстием и краевыми радиальными трещинами

Бахмат Г.Л.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрена бесконечная упругая плоскость с круговым отверстием радиуса R и n симметрично расположенными трещинами одинаковой длины l , выходящими на контур отверстия. С помощью теории степенных рядов построена функция $\omega_{n,N}(\xi)$, отображающая внешность единичной окружности на внешность нового контура, на котором сохранены точки возврата в вершинах трещин, а закруглены лишь углы на пересечении берегов трещин с контуром отверстия. Причем, увеличивая N , радиус закругления углов можно сделать сколь угодно малым. Предполагая, что контур отверстия свободен от внешних напряжений, граничное условие задачи Римана-Гильберта в преобразованной области получено в виде

$$\varphi_{\sigma} \overline{\omega'(\sigma)} + \omega(\sigma) \overline{\varphi'(\omega)} + \overline{\omega'(\sigma)} \varphi(\sigma) = \theta_0.$$

Подставляя в это уравнение $\omega_{n,N}(\xi)$ и умножая его на ядро Коши после интегрирования по контуру получены выражения для коэффициентов интенсивности напряжений в вершинах трещин.

В качестве примера рассмотрен случай, когда температурное поле обусловлено заданием на бесконечности однородного теплового потока мощности q_0 , а отверстие и трещины теплоизолированы (либо на них поддерживается нулевая температура). Для этого случая получены расчетные формулы для КИН.

Численный анализ полученных результатов показал, что величина КИН существенно зависит от количества трещин и их длины. Установлено, что в случае трещин малой длины возмущение температурного поля в окрестности одной трещины слабо влияет на возмущение в окрестности другой. Характерной особенностью исследуемого напряженного состояния является то, что интенсивность нормальных напряжений (максимальная) значительно выше, чем интенсивность касательных напряжений. Учитывая преобладающую роль коэффициентов K_{1n} при определении предельного равновесия тела, можно утверждать, что при $n > 4$ распространяться будет та трещина, для которой при фиксировано угле β коэффициент K_{1n} достигают наибольшего значения. По результатам исследований построены кривые прочности в зависимости от числа трещин и их длины.

Интегрирование и дифференцирование асимптотических соотношений и отношений порядка

Бахмат Г.Л.

Белорусский национальный технический университет

В задачи математического анализа входит исследование асимптотических свойств функций. Однако асимптотика до сих пор остается слабым местом вузовского курса анализа в его традиционном построении. Мы уже писали о том, какие элемент асимптотики следует включать в материал теоретического курса и практических занятий по математике в технических вузах. В этой же работе исследованы вопросы законности интегрирования и дифференцирования асимптотических соотношений и отношений порядка.

Асимптотические соотношения и отношения порядка можно, как правило, интегрировать при условии, что справедливы некоторые очевидные ограничения, касающиеся сходимости интегралов. Так, предполагая, например, что $f(x)$ – интегрируемая функция действительной переменной и причем $f(x) \sim x^\nu$ при $x \rightarrow \infty$, где ν – действительная (или комплексная) постоянная, нетрудно доказать, что

$$\int_x^\infty f(t)dt \sim -\frac{x^{\nu+1}}{\nu+1}, \quad \int_a^\infty f(x)dx \sim \begin{cases} c & \nu < -1, \\ \ln x, & \nu = -1 \end{cases} \text{ при } x \rightarrow \infty.$$

Нетрудно показать также, что если функция $f(x)$ непрерывна и $f(x) = o\{\varphi(x)\}$ при $x \rightarrow \infty$, где $\varphi(x)$ – положительная неубывающая функция x , то $\int_a^x f(x)dx = o\{x\varphi(x)\}$.

Эти формулы непосредственно обобщаются и на интегралы в комплексной области.

Дифференцирование же асимптотических соотношений и отношений порядка не всегда допустимо. Для того, чтобы это было возможным, необходимы дополнительные условия, сформулированные в терминах монотонности производной.

В частности доказано, что если $f(x)$ – непрерывно-дифференцируемая функция и $f(x) \sim x^\rho$ при $x \rightarrow \infty$, где $\rho \geq 1$, и если $f'(x)$ неубывающая функция при больших x , то $f'(x) \sim \rho x^{\rho-1}$.

Развитие памяти в процессе обучения математике в вузе

Бачило Е.Д.

Белорусский национальный технический университет

Постоянно увеличивающийся объем учебного материала не может быть усвоен студентами без использования приемов запоминания и постоянного развития памяти. В качестве основного приема запоминания студенты используют многократное чтение текста и повторение. Таким образом, студенты не могут запомнить материал в полном объеме, тем более что они, как правило, ставят перед собой установку на кратковременное запоминание.

Учитывая специфику математики как преподаваемой дисциплины, ее цикличность, преемственность каждого раздела такая ситуация является недопустимой. Если студенты будут использовать только механическое запоминание, понимание следующего материала не будет достигнуто.

Для более успешного запоминания студентами нужно:

1. Привести материал в систему, удобную для запоминания и сохранения в памяти.
2. Связать изучаемый материал с тем, что уже известно.
3. Использовать при запоминании разные виды памяти. Эффект запоминания значительно усиливается если студент будет осознавать необходимость полученной информации в его деятельности, если материал вызывает в нем определенный интерес.
4. Обработать информацию для запоминания. В качестве мыслительных приемов запоминания могут быть использованы: смысловое соотнесение, классификация, анализ, синтез, сравнение, аналогии и др. Важно учить студентов применять мыслительные приемы, начиная с первых занятий.
5. Поставить студентам задачу прочно запомнить учебный материал на длительное время, приводя конкретные примеры использования данного материала при дальнейшем изучении дисциплины.

Усвоение приемов запоминания происходит тем успешнее, чем больше внимания уделяет им преподаватель, который должен знакомить учащихся с наиболее рациональными приемами запоминания. Применение рациональных методов запоминания — важнейшее условие развития и воспитания памяти.

Использование числа вращения для оценки роста решений уравнений второго порядка

Веремеюк В.В.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается линейное уравнение 2-го порядка

$$\ddot{x} + a(t)x = 0, \quad t \in [0; +\infty), \quad (1)$$

с ограниченным непрерывным на полупрямой коэффициентом $a(t)$. Через Λ_a обозначим старший показатель Ляпунова уравнения (1) (см., напр., [1]), который является оценкой сверху максимального роста его решений. При переходе в уравнении (1) в полярную систему координат $x = r \cos \varphi$, $\dot{x} = r \sin \varphi$ получим систему

$$\begin{cases} \dot{\varphi} = -\sin^2 \varphi - a(t) \cos^2 \varphi \\ \dot{r} = r \cdot (1 - a(t)) \sin \varphi \cos \varphi \end{cases} \quad (2)$$

Значение предела $R_a = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\varphi(t, \varphi_0)}{t}$ (если он существует), где $\varphi(t, \varphi_0)$ решение первого из уравнений системы (2) с начальным условием $\varphi(0, \varphi_0) = \varphi_0$, называется числом вращения уравнения (1). Нетрудно убедиться, что число вращения не зависит от φ_0 . Известно, что если коэффициент $a(t)$ – периодическая или почти периодическая функция, то число вращения уравнения (1) существует.

Теорема. Если $R_a = 0$, то старший показатель Ляпунова Λ_a уравнения (1) удовлетворяет неравенству

$$\Lambda_a^2 \leq \overline{\lim}_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \int_0^t a^-(s) ds, \quad (3)$$

где $a^- = 0,5(|a| - a)$.

Легко видеть, что если $a(t) \equiv \text{const} \leq 0$, то в (3) будем иметь равенство. Как следует из оценок числа нулей решений (1), указанных в [2], если $\overline{\lim}_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \int_0^t a^+(s) ds = 0$ (здесь $a^+ = 0,5(|a| + a)$), то $R_a = 0$, и, значит, справедлива оценка (3).

Литература

1. Демидович, Б.П., Лекции по математ. теории устойчивости. М., 1967 г.
2. Хартман, Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М., 1970 г.

**Компьютерные методы решения задач
прикладного характера для студентов географического
и геологического профиля**

**Воронкина Н.А., Демьянко С.В.
Белорусский государственный университет**

Повышение качества образования в высшей школе осуществляется посредством усовершенствования читаемых курсов в контексте будущей профессии и современного социально-экономического заказа.

В ходе изучения дисциплины «Основы информатики» студентами географического факультета Белорусского государственного университета (БГУ) особое внимание уделяется практическому применению программ Microsoft Office к обработке данных географического содержания и исследованию математических моделей географических явлений. Не вызывает сомнения, что при возникновении необходимости в решении нестандартной задачи по обработке информации будущий географ должен суметь корректно сформулировать вопрос для профессиональных математиков или программистов, адекватно интерпретировать полученные результаты с точки зрения географических наук и, при необходимости, уточнить выстроенную математическую или компьютерную модель. В этой связи учебный курс «Основы информатики» является актуальным для студентов географических специальностей, а приобретенные умения будут востребованы не только в профессиональной деятельности, но и уже в процессе обучения в вузе.

Кроме того, представляется целесообразным организовать интегрированное изучение курсов информатики и высшей математики. Для этого рядом курсов высшей математики, связанных с приближенными вычислениями, решением задач экономической географии, применением методов математической статистики в географических исследованиях следует рассматривать на занятиях по информатике.

При подборе учебного материала для занятий используются задачи, составленные на основе реальных географических исследований. Целесообразно рассматривать эти задачи на практических занятиях по дисциплине «Высшая математика», ввести набор переменных, определить целевую функцию и задать соответствующие ограничения. Тогда решение задач на лабораторных занятиях по дисциплине «Основы информатики» сведется к построению соответствующих таблиц в табличном процессоре Microsoft Excel и реализации математических моделей средством Поиск решения.

Взаимоотношения преподаватель – студент в учебном процессе

Богомолова Е.А., Глушанкова Л.Я., Голубева И.А.

Московский университет экономики, статистики и информатики

Белорусский национальный технический университет

Пrestиж любого вуза зависит от количества и качества знаний, которые усвоили студенты. Именно преподаватель это тот человек, который передает студентам свои знания и опыт. Чем большим багажом знаний владеет преподаватель и чем более разнообразную методику обучения он принимает, тем качественней процесс обучения.

Так как курс высшей математики основывается на знаниях, усвоенных в средней школе, то важным при работе со студентами I курса является выявить их степень подготовленности, чтобы индивидуализировать дальнейшее обучение.

Организовывая учебный процесс, преподаватель должен учитывать индивидуальные психологические особенности и поведение на занятиях каждого студента. Среди студентов встречаются общительные, которые постоянно задают вопросы, с удовольствием идут к доске, и замкнутые, которые стесняются просить помощи преподавателя. Здесь важно развить связь студент-преподаватель, создав в аудитории атмосферу достаточно свободную, чтобы можно было всех студентов привлечь к работе на занятиях.

Разбирая новую тему на практических занятиях, преподаватель общается с аудиторией и будет это диалог или монолог зависит от подготовленности студентов по данной теме. Решения задач следует оставлять на доске, чтобы студенты могли по аналогии решать самостоятельно. Работая самостоятельно студенты делятся на тех, кто способен решить задачи по аналогии, вторая категория – те, которые просят преподавателя подойти и индивидуально объяснить, как преодолеть возникшие неясности, и категория студентов «молчунов», к которым преподаватель должен уловить момент и подойти сам, чтобы помочь решить задачу.

Так же важно, чтобы студенты общались и между собой и более слабые могли обратиться за помощью к рядом сидящим более способным студентам.

Объясняя текущий материал, преподаватель должен стараться изъясняться со студентами простым языком, не напичканным научными терминами.

Преподаватель должен уметь быть рядом, а не над студентами, тогда и атмосфера в аудитории будет располагать к успешному сотрудничеству преподавателя и студентов.

О методике проведения экзамена для некоторых специальностей втузов

Глушанкова Л.Я., Голубева И.А., Гайшун Л.Н., Румянцева Г.А.
Белорусский национальный технический университет
Белорусский государственный экономический университет

Как известно, залогом успешного обучения в вузе является наличие фундаментальных знаний, полученных в средней школе. А в последние годы отмечается снижение уровня математической подготовки абитуриентов. Так в 2010 году на специальность «Подъемно-транспортные, строительные машины и оборудование» факультета транспортных коммуникаций БНТУ были зачислены абитуриенты, 7,5% которых на государственном тестировании по математике набрали от 10 до 20%. И только 11% абитуриентов от 50% до 66%.

У студентов указанной специальности в первом семестре 128 часов математики (4 часа лекционных и 4 практических в неделю). Материал большой и для осознанного усвоения его первокурсниками, в общем-то, нелёгкий. И нестыковка требований высшей школы и качества принимаемого контингента обучаемых сказывается уже на первом экзамене по математике.

Поэтому, предлагается проводить экзамен, используя два комплекта экзаменационных билетов. Первый обычный: билет содержит два теоретических вопроса и три задачи. И второй облегчённый, где вместо трёх задач даётся шесть лёгких задач. Например, если в первом комплекте задача по аналитической геометрии звучит так: «Найти точку Q , симметричную точке $P(-5,13)$ относительно прямой $2x - 3y - 3 = 0$ », то во втором: «Дана прямая $2x - 3y - 3 = 0$. Определить угловой коэффициент прямой, ортогональной к данной прямой». Соответственно, по-разному оцениваются ответы. По облегченному варианту студент может получить оценку не выше 5 баллов. Студент имеет право выбора варианта. Как показала практика, большинство студентов указанной специальности выбрали облегчённый вариант экзаменационных билетов.

В докладе затрагивается также вопрос о методике проведения экзамена по металлургической технологии по специальности «Металлургическое производство и металлообработка» механико-технологического факультета БНТУ и по математике на специальности «Социология» БГЭУ.

Литература

Глушанкова, Л.Я., Гайшун, Л.Н. К вопросу о методике проведения практических занятий. – Современные методы теории функций и смежные задачи. – Материалы ВЗМШ, Воронеж. – ВГУ, 2007.

**Методика проведения экзамена по математике для студентов
строительных специальностей втуза**

Гурина Т.Н., Яблонская Л.А.

Белорусский национальный технический университет

Вопросы о контроле знаний студентов, проверке их умений и навыков, оценке их во всем их методическом и психологическом многообразии, акцентом на человеческий фактор всегда был и будет актуальным.

Одно из главных условий успешного проведения экзаменов – установление одинаковых для каждого студента экзаменационных требований, в особенности одинакового объема экзаменационного материала, степени сложности и трудоемкости вопросов, примеров и задач. Наиболее эффективно это достигается при письменно-устной (комбинированной) форме экзамена, так как она позволяет выявить обстоятельность и глубину суждений, умение логически излагать свои мысли, приводить необходимую аргументацию. При этом достигается большая объективность оценки знаний студентов. Требования к студентам на экзамене должны быть четко сформулированы и заранее им сообщены. В начале семестра выдается перечень экзаменационных вопросов, в котором выделены вопросы, составляющие экзаменационный минимум. В билеты желательно не включать ряд формальных вопросов. Строгость доказательств обязательно должна быть сохранена, но количество доказательств можно сократить, то есть требовать только формулировки некоторых теорем и их интерпретацию.

Экзамен рассматривается как итоговый контроль знаний, то есть его осуществляют на алгоритмическом и эвристическом уровнях. Практически это реализуется на некоторой выборке (это билет и задачи к нему). Очевидно, что объем этой выборки зависит от требуемой надежности оценки. В педагогической литературе устанавливается, что надежность равная 75% достаточна для текущего и итогового контроля. Такая надежность соответствует тому, что в экзаменационном билете должно содержаться от 40 до 60 учебных элементов. Это обеспечивается следующей структурой билета и набора соответствующих задач: два теоретических вопроса и три – четыре задачи. Задания билета должны иметь различный уровень сложности. Письменно-устная (комбинированная) форма проведения экзамена позволяет уменьшить субъективность оценки знаний и умений, в то же время дает возможность уточнить неточно сформулированные ответы, устранить недочеты в решении.

Объективность, надежность и динамичность системы контроля – это достаточно эффективное средство для повышения качества усвоения и уровня преподавания математики.

Об одной вязкоупругой задаче в терминах констант Ламе

Крушевский Е.А., Кузнецова А.А.

Белорусский национальный технический университет

В работе [1] рассматривался переход от упругой к вязкоупругой постановке в задаче о воздействии сосредоточенной нагрузки на полупространство при движении по его поверхности. После разложения ([3]) поля перемещений на потенциальную и соленоидальную составляющие ($\bar{U} = \nabla\Phi + \bar{U}'$) применен метод Фурье разделения переменных для каждого из скалярных составляющих правой части последнего представления. В терминах комплексного представления констант Ламе $\lambda_1 + i\lambda_2$ и $\mu_1 + i\mu_2$ для весовых коэффициентов двумерных интегралов Фурье которых получены следующие системы уравнений:

$$\begin{cases} \left(\left(1 - \frac{c^2 \rho}{\lambda_1 + 2\mu_1} \right) \alpha^2 + \beta^2 - \gamma_1^2 \right) \Phi_1 - \left(\frac{\lambda_2 + 2\mu_2}{\lambda_1 + 2\mu_1} \alpha^2 + \beta^2 - \gamma_3^2 \right) \Phi_2 = 0 \\ \left(\frac{\lambda_2 + 2\mu_2}{\lambda_1 + 2\mu_1} \alpha^2 + \beta^2 - \gamma_1^2 \right) \Phi_1 + \left(\left(1 - \frac{c^2 \rho}{\lambda_1 + 2\mu_1} \right) \alpha^2 + \beta^2 - \gamma_3^2 \right) \Phi_2 = 0, \\ \left(\left(1 - \frac{\rho c^2}{\mu_1} \right) \alpha^2 + \beta^2 - \gamma_2^2 \right) \bar{U}'_1 - \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} \alpha^2 + \beta^2 - \gamma_4^2 \right) \bar{U}'_2 = 0 \\ \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} \alpha^2 + \beta^2 - \gamma_2^2 \right) \bar{U}'_1 + \left(\left(1 - \frac{\rho c^2}{\mu_1} \right) \alpha^2 + \beta^2 - \gamma_4^2 \right) \bar{U}'_2 = 0, \end{cases}$$

где коэффициенты γ_i выражаются через α и β ([2]). Рассматривая случаи вырожденности и невырожденности систем, приходим к различным формулам, из которых, после выполнения условий сопряжения балки и полупространства на основе формул ([3]) можно записать выражения для действительной и мнимой части нормального перемещения поверхности упругого полупространства под движущейся нагрузкой.

Литература

1. Крушевский, Е.А. Кузнецова, А.А. Задача о воздействии сосредоточенной нагрузки – Тезисы докладов международной конференции AMADE-2006, Минск, Беларусь.
2. Крушевский, Е.А. Кузнецова, А.А. Применение метода Фурье в одной задаче в вязко-упругой постановке – Тезисы докладов международной НТК БНТУ, 2010, Минск, Беларусь.
3. Филиппов, А.П. Колебания деформируемых систем – М.: Машиностроение, 1970. – 734 с.

Минченкова Л.П.

Белорусский национальный технический университет

Для успешного и глубокого усвоения курса высшей математики, служащего фундаментом технического образования, следует исходить из того, что самой эффективной формой изучения высшей математики является самостоятельная работа студентов при надлежащем контроле со стороны преподавателей.

В этой связи на лекциях и практических занятиях необходимо иллюстрировать не только наиболее рациональные методы решения, но также подходить дифференцированно к подбору задач, т.е. с учетом будущей специальности студентов. Подобная практика подбора и решения задач вызывает живой интерес у студентов и желание более глубокого изучения теоретических разделов.

На кафедре «Высшая математика №3» БНТУ целесообразно было бы проводить постоянную работу по созданию банка такого рода задач из разных разделов теоретического курса. Особое место при этом занимают задачи, в которых необходимо получить оптимальные решения.

Приведем, в частности, пример такой задачи для студентов 1-го курса факультета горного дела и инженерной экологии БНТУ.

Задача. Два предприятия A и B , расстояние между которыми 200 км производят некоторое изделие, заводская цена P которого одинакова для двух предприятий. Транспортные расходы на перевозку единицы изделия от предприятия A до потребителя P составляют 9 руб./км, а от предприятия B – 3 руб./км. Как следует разделить рынок сбыта, чтобы расходы потребителей были одинаковыми? Какому потребителю изделия какого предприятия выгоднее купить?

Задачи, в которых требуется определить оптимальный вариант решения, следует также рассматривать и в научных студенческих работах. Примеры такого рода задач, не вызывающие особых затруднений, можно брать из математической статистики, математического программирования и эконометрики.

Как показывает опыт преподавания в высшей школе, многие студенты проявляют большой интерес именно к решению задач, связанных с их будущей специальностью. В частности, это касается тех задач, где кроме получения оптимального варианта решения требуется еще экономическое обоснование полученного решения.

Следует отметить, что к таким задачам наиболее хорошо подготовленные студенты проявляют большой интерес.

Задачи планирования и прогнозирования в экономике на занятиях по математической статистике

Гурина Т.Н., Мороз О.А.

Белорусский национальный технический университет

Прогноз представляет собой предвидение, основанное на определенных данных, план – это намеченный на определенный период порядок работы. Поэтому прогнозирование и планирование являются условиями успешной деятельности любого предприятия.

В экономике, предпринимательской деятельности прогноз – это научно-аналитический этап процесса планирования. Прогноз определяет возможности, в рамках которых могут ставиться реалистичные задачи планирования, развития экономики или работы предприятия. Методы прогнозирования можно разделить на две группы: 1) эвристические, основанные на преобладании интуиции, т. е. субъективных начал; 2) экономико-математические, в которых доминируют объективные начала. К их числу, в частности, относятся статистические методы, предпосылкой применения которых является наличие необходимых статистических данных, характеризующих период ретроспекции и сведений, необходимых для определения модели прогноза. Методы математической и прикладной статистики используются при планировании любых работ по прогнозированию, при обработке данных, полученных как эвристическими методами, так и при использовании собственно экономико-математических методов.

Учитывая специфику преподавания курса высшей математики для студентов экономических специальностей, на лекциях и практических занятиях обсуждаются не только узловые моменты непосредственно математического материала, но и разнообразные приложения экономического характера. Одним из таких приложений являются вопросы планирования и прогнозирования в математической статистике.

При анализе временных рядов широко применяются графические методы, которые позволяют понять характер моделируемого процесса и сделать определенные выводы.

Для моделирования нестационарных показателей по временному ряду строят тренд (длительная тенденция изменения социальных показателей) и с помощью его выполняют прогноз на будущее. В EXCEL для анализа временных рядов можно использовать средство Мастер диаграмм.

Разработана лабораторная работа по статистическому моделированию, в которой изучается технология построения тренда по временному ряду и построение интервалов прогноза на будущее.

Использование элементов системного анализа в методике преподавания математики в технических вузах

Новиков А.А.

Белорусский национальный технический университет

Математика – раздел естественного языка (ЕЯ), предназначенный для описания весьма специфических (количественных) характеристик окружающего нас мира. Количественные характеристики всегда относительно им присуще понятие эталона (единичного образчика). Как и в ЕЯ, основой которого составляют слова-существительные (имена предметов и явлений т.е. выделяемых нами частей окружающего мира) и слова-глаголы (имена действий связывающих выделяемые части), в математике используются - аналоги существительных - математические объекты обработки (МО), - аналоги глаголов - математические операции порождения (МД), прежде всего бинарные: для двух МО находится третий МО того же типа.

Строго чередующиеся последовательности МО и МД образуют математические выражения, из которых составляют равенства, тождества и уравнения – аналоги предложений в ЕЯ. Структурно, математика состоит из разделов - алгебр, объединяющих однотипные МО и операции их порождения.

В «школьной» математике: МО - это числа, алгебра чисел – арифметика. В вузе осваиваются алгебры векторов и матриц, объектов конструктивно образуемых из чисел, а главное - алгебра функций (математический анализ), т.е. алгебра объектов, которые сами являются действиями. Алгебра функций дополняется только двумя парами взаимобратных операций: пара композиции $\psi(\varphi(x)) \rightarrow f(x)$, $\varphi(x) \rightarrow \psi^{-1}(f(x))$, и дифференцирования $d\psi(x)/d\varphi(x) \rightarrow f(x)$, $\int f(x)d\varphi(x) \rightarrow \psi(x)$.

В естественных науках МО и МД наделяются физическим и техническим смыслом-содержимым, но техника извлечения новой информации из математических предложений остается неизменной: последовательное преобразование математических выражений на основе правил взаимодействия бинарных операций порождения между собой. Правила доказываются теоремами: для каждой пары разных операций – своя теорема.

Эволюционное саморазвитие математики, т.е. появление новых типов МО и МД, базируется всего на трех системных принципах: каждое действие обратимо, каждое действие $f(x) = \varphi(\varphi(\dots\varphi(x)))$ композиционно равносоставимо из некоего другого действия $\varphi(x)$, каждый МО $\alpha = \varphi(\varphi(\dots\varphi(\beta)))$ равносоставим из некоего МО β через композиционное вложение задаваемой операции порождения $\varphi(x)$.

Математическое и гидравлическое моделирование конвективной
диффузии загрязнений в русловых водохранилищах

Бузук А.В., Левкевич В.Е., Новиков А.А.*

ГУО «Командно-инженерный институт»

МЧС Республики Беларусь,

Белорусский национальный технический университет*

Для решения поставленной задачи необходимо знать $\vec{V}(x, y)$ - поле скоростей в плане руслового водохранилища – водоема большой площади, но малой глубины $h(x, y)$ и с медленным течением. Корректная, но нестационарная модель «мелкой воды» Буссинеска-Сен-Венана включает сохранение расходов и импульсов: $h_t + \nabla(h\vec{V}) = 0$, (1)

$$\vec{V}_t + (\vec{V}\nabla)\vec{V} + g\nabla(h+b) + g|\vec{V}|\vec{V}/(c^2h) - \nu\nabla^2\vec{V} = 0, \quad (2)$$

где $b(x, y)$ – отметки заложения дна водоема. Граничные условия (нулевые скорости на береговой кромке и заданные скорости на входном и выходном бьефах) реализуются «естественным образом»: на малых глубинах задаются большая вязкость и шероховатость. Поскольку стационарный аналог (1)-(2) неразрешим из-за слагаемого $(\vec{V}\nabla)\vec{V}$, исходная модель подверглась «расщеплению по физическим факторам»: сначала вычислялись транзитные скорости $\vec{V}_{mp}(x, y)$ по упрощенной модели $\nabla(h\vec{V}_{mp}) = 0$ и $\nabla(h+b) + |\vec{V}_{mp}|\vec{V}_{mp}/(c^2h) = 0$, которая сводится к неоднородному уравнению Лапласа для $h(x, y)$, а затем оценивалась \vec{V}_{rom} - скорость вихревых образований $\vec{V}_{rom} = (-\vec{V}_{mp}\nabla)\vec{V}_{mp} + \nu\nabla^2\vec{V}_{mp} c^2h/(g|\vec{V}_{mp}|)$.

Численное решение (методом конечных разностей) основано на расщеплении двумерной задачи для уравнения Лапласа по пространственному фактору, т.е. на «продольно-поперечных прогонках» вдоль координатных осей. Контур реального водоема вписывается в прямоугольник, который покрывается равномерной разностной сеткой размером 100×200 узлов. В «сухих» узлах сетки задавались пренебрежимо малые глубины. Однопроцентная погрешность в определении скоростей достигалась после 10000 итераций.

Исходные данные о батометрии (глубинах водоема), известные только в отдельных точках, вычислялись для всех узлов сетки сплайн-интерполяцией.

Сравнение результатов численной и гидравлической моделей с данными замеров реальных скоростной структуры вполне удовлетворительны

УДК 51(077)

Изучение математики – основа формирования социального и профессионального опыта студентов

Бачило Е.Д.

Белорусский национальный технический университет

Важнейшие задачи воспитания на современном этапе - формирование студентов осознанного и ответственного профессионального выбора, самостоятельности, способности к успешной социализации в обществе и активной адаптации на рынке труда.

Социальное пространство, в котором протекает жизнедеятельность молодёжи, существенно расширяется. Активизируется ее включение в многообразные социальные отношения в процессе усложняющейся деятельности, когда параллельно росту потребления информации растёт осознание необходимости принимать решения.

Задачи образования - ориентация в подготовке кадров на формирование готовности к усвоению знаний, приобретению многофункциональных умений, что обеспечивает профессиональную мобильность и конкурентоспособность специалиста, отвечающего запросам современного и перспективного рынка труда. Математика как учебный предмет оказывает определяющее влияние на формирование научного мировоззрения, личностных качеств студентов, особенно технической направленности обучения, так как математика соединяет в себе достоверность экспериментальных и строгость теоретических методов исследования реального мира.

Необходима интеграция курса математики с элементами профильных дисциплин, т.к. это позволяет формировать математико-техническую базу для усвоения специальных знаний.

Необходима реализация на занятиях математики воспитания и самовоспитания: развитие интереса ко всему, что так или иначе связано с математикой, с научной культурой страны.

Процесс изучения дисциплины позволяет студентам овладеть ключевыми навыками, которые позволяют чувствовать себя свободно в выбранной области деятельности и влияют на приобретение социального и профессионального опыта. Здесь можно выделить следующие области коммуникативность, навыки владения вычислительными методами, использование информационных технологий, совместная работа, умение решать задачи.

Математический кружок как форма организации самостоятельной работы студентов

Подкопаев П.А., Подкопаева Н.А.

Военная Академия Республики Беларусь

Белорусский национальный технический университет

Целью организации математического кружка у студентов младших курсов является привлечение студентов к научно-исследовательской работе с самого начала их обучения в вузе.

Авторы предлагают следующую концепцию кружковой работы в курсе математики: это самостоятельная работа студентов по углубленному и творческому усвоению наиболее значимых или трудных вопросов учебной программы курса.

Для успешного проведения заседания кружка требуется значительная подготовительная работа преподавателя: выбор темы и подбор литературы, индивидуальная работа с докладчиком. Преподаватель как организатор учебного процесса должен выявить активных и творческих студентов, помочь раскрытию их творческого потенциала.

Это форма самостоятельной работы контролируется не только и не столько преподавателем, сколько всеми участниками заседания кружка. Дискуссионный характер занятия и непринужденная атмосфера способствует эффективности учебного процесса.

Авторы проводят кружковую работу со студентами первого и второго курсов. На заседаниях кружка на первом курсе были заслушаны, например, следующие доклады: «Полярные уравнения кривых второго порядка», «Построение кривых, заданных параметрическими уравнениями», «Многочлены от матриц», «Евклидово пространство. Ортонормированная система векторов», «Нормальные уравнения плоскости и прямой на плоскости», «Расстояние между двумя прямыми в пространстве», «Построение геометрических фигур в пространстве».

В процессе подготовки к докладу студенты приобретают навыки работы с научной литературой, опыт публичного выступления по научной тематике.

Результатом кружковой работы, проводимой авторами, является более серьезный интерес студентов к изучению математики, их стремление не останавливаться на поверхностном изучении тем, но стремиться глубже познать различные вопросы и научиться решать более трудные задачи.

Кружковая работа помогает решать вопросы организации самостоятельной работы студентов младших курсов.

**Методические аспекты преподавания дисциплины
«Основы информационных технологий»
для студентов гуманитарного профиля**

Севрук А.Б., Прусова И.В., Шашевич О.Н.

Белорусский государственный университет
Белорусский национальный технический университет

Большинство курсов информатики, предназначенные для студентов гуманитарных специальностей, как правило, представляют собой слегка видоизмененные разделы соответствующих курсов рассчитанных на студентов технических специальностей и являются по существу набором разрозненных лабораторных заданий, кратких теоретических сведений, а также задач и упражнений для самостоятельного решения. Подготовка современного инновационно-ориентированного специалиста-гуманитария возможна без глубоких знаний и развитых навыков в области информационных технологий.

Студенты специальности гебраистика должны знать и уметь подключать квадратные шрифты, поскольку от них требуется владение навыками консонантного письма. В то же время программа подготовки специалиста гуманитарного профиля должна включать разделы, посвященные системам автоматизированного и машинного перевода, которые многие ошибочно называют электронными переводчиками. Эффективное использование систем машинного перевода предполагает наличие достаточного объема знаний в области реляционных баз данных.

Отдельный и очень важный вопрос касается использования гуманитариями табличных процессоров. Обработка литературного текста в табличном процессоре учит гуманитария логике, пониманию того, что каждое литературное произведение также представляет собой информацию, которая определенным образом может быть упорядочена.

К примеру, текст произведения может быть разбит не только на главы, разделы, части и абзацы, что легко поддается обработке текстовыми процессорами, но и на строки, строфы и отдельные стихи, что характерно для литературных трактатов древности, а именно их в основном предстоит изучать студентам – будущим культурологам на первом году обучения.

Поиск, редактирование и форматирование памятников древней литературы неизмеримо проще осуществлять с помощью текстовых и логических функций табличного процессора.

В заключение отметим, что разработка учебных программ и методик, реализующих перечисленные выше принципы, является перспективным

направлением развития методики преподавания информатики для студентов гуманитарных специальностей.

УДК 621.313.333

Компьютерное моделирование дискового асинхронного двигателя со свободным ротором

Ерошин С.С., Мирошник С.А.

Восточноукраинский национальный университет
имени Владимира Даля (г. Луганск, Украина)

В современных машинах и приборах широко используются рабочие органы и инструмент, в форме плоского широкого кольца, которое совершает движение вокруг оси симметрии. Применяв дисковый асинхронный двигатель специальной конструкции, можно кольцевой инструмент принести во вращательное движение и удерживать в пространстве без механических опор и электрических контактов за счет сил магнитного поля.

Основным параметром такой машины является устойчивость вращения свободного ротора. На устойчивость ротора существенное влияние оказывают конструктивные параметры электрической машины.

При исследовании дискового асинхронного двигателя применялось программное обеспечение Ansoft Maxwell для моделирования электромагнитных полей трехмерных объектов, которое базируется на методе конечных элементов.

В результате компьютерного моделирования получены механические характеристики двигателя со свободным кольцевым ротором в зависимости от геометрических и электрических параметров. Согласно результатам установлено, что вращающий момент ротора с ростом скольжения увеличивается. При увеличении толщины ротора момент быстро возрастает и достигает максимального значения.

После перехода через максимум наблюдается менее интенсивное его убывание.

Изменение угла наклона паза по отношению к радиусу статора позволяет менять соотношение между тангенциальными и радиальными силами, действующими на ротор. Причем при увеличении наклона паза радиальные силы возрастают, что приводит к повышению устойчивости ротора.

Проведено моделирование двигателя с наклонными и ломаными пазами, состоящими из радиальных и наклонных частей. Установлено, что статор с ломаными пазами создает большую величину стабилизирующей силы по сравнению со статором, содержащим наклонные пазы.

К вопросу построения производственных CES функций

Бубнов В.Ф., Шевченко Л.И.

Белорусский национальный технический университет

Рассматриваются однородные производственные функции с постоянным эффектом от расширения масштаба производства. В случае постоянной эластичности замены факторов справедливо соотношение

$$\sigma = \frac{d(\ln k)}{d(\ln(-n_K))} = \frac{dk}{k} : \frac{dn_K}{n_K} = \frac{dk}{k} \cdot \frac{n_K}{dn_K},$$

где σ - константа, k - фондовооруженность труда, n_K - предельная норма замены труда (L) основными фондами (K). Откуда получим

$$\frac{dn_K}{n_K} = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{dk}{k}.$$

Проинтегрировав данное выражение, будем иметь

$$\ln|n_K| = \frac{1}{\sigma} \cdot \ln k + \ln|C|. \text{ Значит } n_K = C \cdot k^{\frac{1}{\sigma}}.$$

Используя зависимость предельной нормы замены от фондовооруженности, получим

$$k - \frac{f(k)}{f'(k)} = C \cdot k^{\frac{1}{\sigma}}, \text{ где } f(k) - \text{производительность труда.}$$

Следовательно,
$$\frac{df(k)}{f(k)} = \frac{dk}{k - C \cdot k^{\frac{1}{\sigma}}}.$$

Интегрируя данное выражение, получим

$$\ln|f(k)| = \int \frac{dk}{k - C \cdot k^{\frac{1}{\sigma}}} + C_1.$$

**Методические аспекты преподавания дисциплины
«Основы информационных технологий»
для студентов гуманитарного профиля**

Севрук А.Б. , Прусова И.В. , Сташевич О.Н.

Белорусский государственный университет
Белорусский национальный технический университет

Большинство курсов информатики, предназначенные для студентов гуманитарных специальностей, как правило, представляют собой слегка видоизмененные разделы соответствующих курсов рассчитанных на студентов технических специальностей и являются по существу набором разрозненных лабораторных заданий, кратких теоретических сведений, а также задач и упражнений для самостоятельного решения. Подготовка современного инновационно-ориентированного специалиста-гуманитария невозможна без глубоких знаний и развитых навыков в области информационных технологий.

Студенты специальности гебраистика должны знать и уметь подключать квадратные шрифты, поскольку от них требуется владение навыками консонантного письма. В то же время программа подготовки специалистов гуманитарного профиля должна включать разделы, посвященные системам автоматизированного и машинного перевода, которые многие ошибочно называют электронными переводчиками. Эффективное использование систем машинного перевода предполагает наличие достаточного объема знаний в области реляционных баз данных. Отдельный и очень важный вопрос касается использования гуманитариями табличных процессоров. Обработка литературного текста в табличном процессоре учит гуманитария логике, пониманию того, что каждое литературное произведение также представляет собой информацию, которая определенным образом может быть упорядочена. К примеру, текст произведения может быть разбит не только на главы, разделы, части и абзацы, что легко поддается обработке текстовыми процессорами, но и на строки, строфы и отдельные стихи, что характерно для литературных трактатов древности, а именно их в основном предстоит изучать студентам – будущим культурологам на первом году обучения. Поиск, редактирование и форматирование памятников древней литературы, неизмеримо проще осуществлять с помощью текстовых и логических функций табличного процессора. В заключение отметим, что разработка учебных программ и методик, реализующих перечисленные выше принципы, является перспективным направлением развития методики преподавания информатики для студентов гуманитарных специальностей.

Математическое моделирование в учебном процессе на основе Matlab/Simulink

Белявский С.С.

Белорусский государственный экономический университет

Создание математических моделей является одной из наилучших форм анализа и поиска решений прикладных задач. Трудно переоценить роль моделирования в образовании, где реальные объекты или системы заменяются их компьютерными моделям.

В БГЭУ на кафедре прикладной математики и экономической кибернетики математическое моделирование образует основу учебного процесса широко применяется при выполнении курсовых и дипломных работ и проводится на основе компьютерных технологий. Особенно много внимания уделяется компьютерному моделированию при обучении студентов специальности «Экономическая кибернетика», где цель ряда учебных дисциплин – научить студентов использованию компьютерных программ для математического и имитационного моделирования экономических систем. Вводной по этому разделу является дисциплина «Компьютерное моделирование экономических систем» в объеме 150 часов аудиторных занятий (60 часов лекций и 90 часов лабораторных занятий). Целью изучения дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по применению методов математического моделирования в экономике, управлению и бизнесе. В процессе изучения курса студенты знакомятся с компьютерными средствами моделирования процессов функционирования экономических систем, овладевают методами имитационного моделирования, типовыми этапами моделирования процессов, образующих «цепочку»: построение концептуальной модели и ее формализация – алгоритмизация, математическое моделирование, компьютерная реализация – компьютерный эксперимент и интерпретация результатов моделирования.

Основной программный продукт для компьютерного моделирования это Matlab, который имеет ряд расширений для решения специализированных задач. Наиболее интересное из них, которое нашло широкое применение для динамического моделирования экономики, является Simulink. При моделировании с использованием Simulink реализуется принцип визуального программирования, в соответствии с которым пользователь из библиотеки стандартных блоков создает модель на экране компьютера и осуществляет расчеты. Результаты вычислений легко вывести на экран в виде графиков или числовых данных, а также записать в файл или сохранить в рабочем пространстве Matlab.

Аудиторная самостоятельная учебная работа студентов вуза

Ерошевская В.И., Ерошевская Е.Л.

Белорусский национальный технический университет

Обучение учению – это не одноразовое мероприятие, а постоянно идущая работа в течение всего периода обучения. Продуктивность самостоятельной учебной работы студентов во время обязательных аудиторных занятий по расписанию зависит от вида занятий и педагогического мастерства преподавателя. Для возникновения у студентов потребности в знаниях, в умении их применять, необходимо организовать их учебную деятельность. Руководствуясь принципом деятельности в оптимизации учебных занятий, необходимо обеспечить хорошую ориентационную основу самостоятельной работы студентов.

Аудиторная самостоятельная учебная работа студентов имеет свои особенности. Например, слушая лекцию, студенты: 1) напрягают внимание, чтобы в максимальной степени воспринять информацию, излагаемую лектором; 2) переосмысливают полученную информацию и выделяют главное (это достигается в процессе мышления); 3) конспектируют основные положения лекции. Лектор своими действиями организует самостоятельную работу студентов во время лекции, стремится пробудить их познавательную активность.

Эффективным способом поддержания внимания студентов и активизации их мышления является увязка материала лекции с будущей профессиональной деятельностью студентов. В задачи лектора входит также дать студентам установки к дальнейшему самостоятельному изучению материала лекций и материала, не излагаемого на лекциях в силу недостаточного количества времени. На кафедре «Высшая математика № 3» БНТУ составлены электронные конспекты лекций. Для самостоятельной работы на практических занятиях предложены дидактические материалы двух уровней сложности.

В электронных учебных пособиях можно разместить не только доказательства утверждений, которые не доказываются на лекциях, но и иллюстрации теоретических положений. Например, при изучении уравнений кривых и поверхностей второго порядка необходимо показать изменение их формы при изменении коэффициентов в уравнениях.

Самостоятельная работа студентов контролируется в межсессионный период в ходе аудиторных занятий. Межсессионный контроль проводится с целью оценки знаний студентов, для стимулирования их самостоятельной работы и оценки хода учебного процесса.

О методике проведения зачета по математике у студентов БНТУ

Сухая Т.А., Неверович Т.С.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы в число студентов первого курса попадает много выпускников с низкой математической подготовкой. Многие из них не успевают записывать лекции, иногда пропускают их, не ликвидируя пробелы.

В каждую сессию 4-5 экзаменов, 6-7 зачетов. На подготовку к сдаче экзамена отводится определенное количество дней, которые студент полностью уделяет определенному предмету, по которому предстоит сдать экзамен, зачеты сдаются в процессе учебы.

Сдача зачетов является очень важным этапом в жизни студента каждой сессии, так как даже при одном несданном зачете студент не допускается к сдаче экзаменов и сессия может быть полностью завалена. Времени же на подготовку зачета почти нет.

В связи с этим авторы предлагают поэтапную накопительную систему сдачи зачета, которая состоит в следующем. Обычно в семестре в программу по математике входит 4-5 разделов, а в 4-м семестре – 3 раздела. Предлагается по каждому разделу сдавать коллоквиумы по теории на 10 минут каждый. Проводить коллоквиумы предлагается на практических занятиях в начале пары. Также по каждому разделу предлагается проводить контрольную или самостоятельную работы на практике. Каждому студенту выдается отдельный вариант с определенным количеством задач. Продолжительность самостоятельной работы – 45 минут. Если студент посещал все занятия, выполнял домашние задания, успешно сдал все коллоквиумы и положительно написал самостоятельные работы по всем разделам, то в конце семестра он получает зачет. При этом можно поощрять студентов, принявших участие в студенческих научных конференциях по математике и в олимпиаде.

Если студент не сдал коллоквиумы по некоторым разделам и не написал положительно определенные самостоятельные работы, то для получения зачета он обязан их пересдать и переписать. За каждый пропуск занятий по неуважительным причинам студенту добавляется один пример на зачет.

Что касается студентов-заочников, то здесь тоже рекомендуем накопительный метод приема зачета. Например, преподаватель объявляет студентам, что для сдачи зачета необходимо решить 3 примера, каждый из них по определенному разделу. Количество решенных примеров и тему, к которой они относятся, преподаватель записывает в свою тетрадь. Набранный студент определенное количество примеров и получает зачет.

**О связи между решениями двух нелинейных
дифференциальных уравнений второго порядка**

Самодуров А.А., Федорако Е.И.*

Белорусский государственный университет
Белорусский национальный технический университет*

Уравнение

$$y'' + f(x)y' + \Phi(y) + F(x) = 0 \quad (1)$$

исследовано теоретико-групповым методом. Оказалось, что оно может допускать группу преобразований лишь в случае, когда $\Phi(y) = e^{\mu y}$. Допускаемая группа позволяет по заданным решениям строить семейства новых решений уравнения вида (1).

Поставим задачу: возможно ли, зная решение одного из уравнений вида (1), строить решения другого, структурно близкого к нему уравнения?

Для этого рассмотрим систему

$$\begin{cases} y'' + f(x)y' + Kz + F(x) = 0, \\ z' = zy' \end{cases} \quad (2)$$

которая связана с уравнением вида (1), т.к. системе удовлетворяет функция $z = e^{\mu y(x)}$, где $y(x)$ - решение 1-го уравнения системы, K - константа.

Исследования данной системы теоретико-групповым методом показали, что система (2) допускает два преобразования переменных.

Таким образом доказаны следующие теоремы:

Теорема 1. Если $y_1(x)$ - решение уравнения

$$y'' + \alpha y' + Ke^y + \gamma = 0,$$

то уравнение

$$y'' + \alpha y' + K\mu e^y + \gamma = 0$$

имеет семейство решений $y = y_1(x + c) - \ln \mu$, где c - константа.

Теорема 2. Если $y_1(x)$ - решение уравнения

$$y'' + f(x)y' + Ke^y + F(x) = 0,$$

то уравнение

$$y'' + f(x)y' + K\mu e^y + F(x) = 0$$

имеет решение $y = y_1(x) - \ln \mu$.

**Математические модели и численно-
аналитические методы решения задач
механики сплошных сред, теории переноса
и теории обработки информации**

**Собственные значения и собственные функции нелинейного
дифференциального оператора в задаче о трещине общего вида
в упругопластическом материале**

Нифагин В. А.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается задача о нахождении собственных значений, возникающая при определении напряженно-деформированного состояния в окрестности вершины трещины в теории течения с упрочнением. Для решения краевой задачи применяется вариант метода разложения по параметру нагружения, когда перемещения отыскиваются в виде полных рядов разложений в окрестности особой точки, включающих наряду с главной и правильную часть. В силу сингулярности напряжений базовым является нелинейный кубический член. Разработан численно-аналитический алгоритм, позволяющий найти собственные значения, основанный на разложении собственных функций в ряды по степеням малого параметра, представляющего собой разность между собственными значениями двух последовательных краевых задач.

$$y'_i = f_i(y_j^{(n)}) \quad i, j = \overline{0,3}; \quad (1)$$

$$L_j y_j = 0, \quad i = 1, 2, j = \overline{0,3}, \quad (2)$$

где $f_0 = y_1, f_1 = y_2,$

$$f_2 = (\lambda_n + 1)y_1 - 2(\lambda_n - 1)y_3 + 2B \sum_{k+l+m=n+1} \left((\mu_{ktm} - 5)\alpha_{ktm} - \frac{1}{2}\gamma_{ktm} \right),$$

$$f_3 = \frac{1}{2} \frac{\lambda_n - 1}{\lambda_n + 1} y_2 - \frac{1}{2} (\lambda_n^2 - 1) y_0 + B \sum_{k+l+m=n+1} \left(\frac{1}{2} (\mu_{ltm} - 1) \gamma_{ktm} + \alpha'_{ktm} \right),$$

$$L_1 y_j = -\frac{y_2}{\lambda_n + 1} + (\lambda_n - 1) y_0 - B \gamma_{ktm}, \quad L_2 y_j = \frac{\lambda_n}{\lambda_j + 1} y_2 + y_3 - B \gamma_{ktm}.$$

Будем искать λ_{n+1} в виде $\lambda_{n+1} = \lambda_n + \varepsilon_n$: где ε_n - отклонение собственного значения λ_{n+1} от λ_n на предыдущем шаге. Представляя функции $V_n(\varphi) = \sum_{k \geq 0} V_n^{(k)}(\varphi) \varepsilon_n^k$, $W_n(\varphi) = \sum_{k \geq 0} W_n^{(k)}(\varphi) \varepsilon_n^k$, $n = 0, 1, \dots$ и подставляя в уравнения (1), получим последовательность систем дифференциальных уравнений, приравнивая коэффициенты при одинаковых степенях ε_n^k , которые совместно с граничными условиями (2) определяют условия отыскания собственных значений λ_n .

Показано, что собственные значения, полученные методом возмущений, совпадают со значениями, найденными методом пристрелки.

Параметры деформирования трещины нормального отрыва в теории течения с упрочнением

Нифагин В.А., Бубич М.А.

Белорусский национальный технический университет

В задачах механики разрушения учет пластических деформаций приводит к перераспределению напряжений и деформаций в окрестности вершины трещины. Рассматривается полубесконечная трещина в упругопластической среде с упрочнением. Краевая задача формулируется в инкрементальной форме для малых деформаций и плоскодеформированного состояния в полярной системе координат. Определяющие соотношения представлены для напряжений.

Трещина является горизонтальной и полубесконечной. Решение задачи строится численно-аналитическим методом асимптотических разложений. Перемещения представлены в виде полных разложений по параметру нагружения в окрестности вершины трещины, содержащих вместе с главной и правильную часть. Обобщение метода достигается за счет того, что после разделения переменных показатели степеней полярного радиуса отыскиваются в процессе решения задачи, наряду с коэффициентами разложений.

Краевая задача для уравнений в частных производных редуцируется к рекуррентной последовательности краевых задач для системы обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка, которые эквивалентны задачам о собственных значениях нелинейного дифференциального оператора. При этом возникает пять граничных условий на интервале $[0, \pi]$, три из которых получаются из условий симметрии и задаются на левом конце интервала, а два задают условия отсутствия нагрузки на кромке трещины (правом конце).

Численное решение указанной задачи строится на основе модифицированного метода пристрелки, с учетом особенностей постановки задачи. Из трех граничных условий на левом конце независимыми являются только два. Поэтому в силу однородности задачи ее решение строится с точностью до мультипликативного члена, т.е. одно из граничных условий может быть выбрано произвольно. Далее решается последовательность задач Коши на левом конце интервала и подбираются собственные значения как решения оптимизационной задачи, чтобы удовлетворить граничным условиям на правом конце.

Построены распределения напряжений и деформаций в окрестности вершины трещины. Проведен анализ напряженно деформированного состояния.

Об эмпирических мерах тесноты связи для классификации объектов полутоновых изображений

Бокуть Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Тесноту связи между различными факторами характеризуют с помощью эмпирических показателей. Рассмотрим некоторые из них. Коэффициент ассоциации применяется для характеристики связи двух качественных признаков, представленных только двумя группами:

$$A = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}.$$

Коэффициент взаимной сопряженности Пирсона вычисляется по формуле $C_{\Pi} = \sqrt{\varphi^2 / (1 + \varphi^2)}$, где φ - показатель взаимной сопряженности. Достаточно высокое значение C указывает на наличие связи между исследуемыми признаками. Коэффициент взаимной сопряженности

Чупрова $c_{ij} = \sqrt{\frac{\varphi^2}{(k_1 - 1)(k_2 - 1)}}$, где k_1 - число групп по колонкам, k_2 - число групп по строкам, более гибкий, он учитывает число групп по каждому признаку, поэтому результат, вычисленный с помощью его, более точный по сравнению с результатом, вычисленным по формуле Пирсона. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена позволяет определить тесноту связи между взаимосвязанными признаками в количественном выражении. Для его вычисления необходимы ранги, т. е. номера значений признаков, расположенных в порядке их изменения. Для одинаковых значений ранг определяется как частное от деления суммы их рангов на число этих одинаковых значений. Коэффициент рассчитывается по формуле $\rho_C = 1 - \frac{6 - \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$, где d - разность между рангами соответствующих признаков, n - количество значений признаков. Основной недостаток коэффициента - приближительность.

Коэффициент корреляции знаков Фехнера вычисляется на основе первых степеней отклонений всех значений взаимосвязанных признаков от среднего значения каждого признака: $\rho_{\Phi} = \frac{\Sigma a - \Sigma b}{\Sigma a + \Sigma b}$, где через a обозначены совпадения знаков отклонений, через b - несовпадения. Этот коэффициент позволяет получить представление о направлении связи и приблизительную характеристику ее тесноты.

Эмпирические показатели тесноты связи находят применение при обработке данных дистанционного зондирования Земли.

Математическое моделирование потребности в специалистах, обеспечивающих инновационное развитие в отрасли машиностроения в Республике Беларусь

Буснюк Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

В общем виде количество требуемых для отрасли специалистов L можно представить как функцию F от трех составляющих:

$$L = F(T, STR, W), \text{ где}$$

T – трудовой фактор (зависящий от численности работающих),

STR – структурный фактор (зависящий от структуры предприятия),

W – финансово-экономический фактор (зависящий от финансовых показателей предприятия).

Для записи модели расчета требуемого количества специалистов n зависящих от этих трех составляющих примем следующие обозначения n – количество предприятий в отрасли;

m_i – количество направлений деятельности на i -том предприятии нуждающихся в специалистах по инновационному развитию, $1 \leq i \leq n$;

K_{ij} – коэффициент зависимости спроса на специалистов от числа работающих в j -том структурном подразделении i -того предприятия;

T_{ij} – количество работников в j -том структурном подразделении i -того предприятия;

V_i – объем выпуска продукции на i -том предприятии;

U_i – доля новой продукции в общем объеме выпущенной продукции для i -того предприятия;

S_i – удельный вес сертифицированной продукции на i -том предприятии;

K_i^V – коэффициент зависимости требуемых специалистов на i -том предприятии от объема выпуска продукции на этом предприятии;

K_i^U – коэффициент зависимости требуемых специалистов на i -том предприятии от объема выпуска новой продукции на этом предприятии;

K_i^S – коэффициент зависимости требуемых специалистов на i -том предприятии от удельного веса сертифицированной продукции на этом предприятии.

Для учета зависимости количества требуемых специалистов как от финансовых, так и от структурных показателей, вводится вероятностный параметр α , $0 < \alpha < 1$. Итоговая формула примет вид

$$L = \alpha \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} K_{ij} T_{ij} + (1 - \alpha) \sum_{i=1}^n (K_i^V V_i + K_i^S S_i + K_i^U U_i).$$

Большой адронный коллайдер и вопросы систематики мезонов в концепции релятивистского двухчастичного кварк-антикваркового уравнения

Остапенко А.В.

Белорусский национальный технический университет

Большой адронный коллайдер, созданный на границе Швейцарии и Франции Европейской организацией ядерных исследований (ЦЕРН) при участии физиков из более 70 стран, был запущен в ноябре 2009 года. К настоящему времени уже накоплено большое количество экспериментальных данных по различным семействам элементарных частиц и, в частности, по кварк-антикварковым состояниям в области высоких энергий.

В этой связи большое значение приобретает исследование релятивистского фермион-антифермионного уравнения, являющееся базовым при описании систематики мезонных состояний.

Для случая нормального делителя $M = +1$ при значениях параметров $\alpha \approx 2,29$, $m \approx 2,19$ ГэВ, найденных исходя из экспериментальных значений, были получены результаты: $E_0 = 3,096$ ГэВ и $E_1 = 3,684$ ГэВ, соответствующих J/Ψ - и Ψ' -мезонам. Показано, что с ростом m теоретические значения уровней сужаются, приближаясь к $E = 4,4$ ГэВ.

Вычисленный спектр находится в разумном согласии с имеющимися данными эксперимента

В случае $M = -1$ исходную систему уравнений можно свести к матричному дифференциальному уравнению второго порядка, которая приводит к следующей формуле для дискретного спектра энергий:

$$E_{\pm n} = 2\mu \sqrt{1 - \frac{4\alpha^2}{(1 + 2n \pm \sqrt{4\alpha^2 - 7})^2}}$$

Для лёгких кварков и антикварков оценки псевдоскалярных мезонов эта формула при потенциале кулоновского типа даёт следующие результаты:

n	E_n	Эксп
0	136,57	π (139)
1	548	η (958)
2	957,6	η (958)
3	1112	—
4	1172	η (1275)

Нация как страта высшего уровня государства с точки зрения иерархической математики

Остапенко А.В.

Белорусский национальный технический университет

Основной закон иерархического пространства-времени это описание на основе следующего утверждения: все страты возникают из нижней страты путем умножения и объединения, создания более высшей страты и ее изменения посредством активности высшей страты. Это есть основной закон иерархической математики

Статус A^{λ} имеет два своих главных символических образа $'\alpha^{\lambda}$ и $'\alpha$ которые отвечают на акты умножения (обучения) и объединения (проектирования) A^{λ} . АЭД - страта есть: Λ, λ – уровень (время), Γ, γ – статут (закон, связь), P, ρ – действие (процесс), Ω, ω – единицы (состояние), Σ, σ – конструкция (содержание), B, β – новый уровень (растущее время), A, α – управление (координатор).

Статус АЭД с текущим уровнем описывается посредством своего символического образа следующим образом:

$$A^{\lambda} \xleftrightarrow[\rho]{\gamma} \left\{ \begin{matrix} \beta & \gamma & \lambda \\ \omega & A & \sigma \\ & \rho & \end{matrix} \right\} \xrightarrow[\rho]{A^{\lambda}} \beta$$

Общий образ государства содержит все известные уровни: натуральный (физический, химический, биологический), демографический (семья и род) и национальный (производство и знания). В ранних работах страты производства и знаний определялись как индивидуальные уровни. Однако при более тщательном видении можно заключить, что они являются стратами одного уровня – национального. В таком понимании страта знаний вызывает процесс новых знаковых конструкций. А страта производства реализует умножение сущностей, построенных посредством страты знаний.

Главными единицами в настоящем состоянии мира являются сейчас нации. Ведущие нации сегодня имеют юридическую конструкцию государств, связанную посредством системы высшего уровня Объединенных Наций. В то же время значительная часть наций остаётся вне ООН и не может решать свои проблемы с помощью существующих законов. АЭД – теория позволяет сконструировать точное определение нации и применить его к внешним отношениям между нациями и их внутренним конструкциям.

Оценка функции полезности методом альтернатив

Романчук В.М., Серенков П.С.

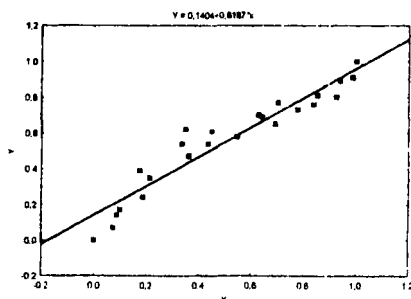
Белорусский национальный технический университет

Рассматривается задача моделирования предпочтений лица, принимающего решения, в условиях неопределенности. В работе существенно используется понятие полезности. Нами предложен способ оценивания полезности в интервальной шкале (*метод альтернатив*).

Многокритериальная теория полезности МАУТ имеет аксиоматическое обоснование. Это означает, что выдвигаются некоторые условия (аксиомы), которым должна удовлетворять функция модели. Если условия удовлетворяются, дается математическое доказательство вида функции связи. В рамках аксиоматического подхода (близкого к МАУТ), для определения функциональной зависимости между частными и комплексным показателем эффективности, предлагается:

- 1) Обоснованный способ измерения предпочтений (метод альтернатив);
- 2) Использование квази-копулы для построения математической модели;
- 3) Методика эксперимента для нахождения параметров математической модели путем опроса экспертов.

В качестве примера, решается реальная задача экспертной оценки проектного риска потребителя.



Проверка адекватности модели

Сравнение модельных и экспертных оценок представлены на рисунке (первый фактор имел шесть уровней, второй – четыре, значит, экспериментальная выборка содержит 24 точки). Коэффициент детерминации $R^2 = 0,91$ и, значит, проверка адекватности установлена.

**Модульно-рейтинговая система обучения математике
для инженерно-технических специальностей
приборостроительного факультета**

Кондратьева Н.А., Мелешко А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Одной из наиболее перспективных среди инновационных форм и методов обучения, которые с успехом можно использовать в вузе является зачетно-модульная система обучения. Модульное обучение удобно использовать в текущем и итоговом контроле результатов обучения. При расчете рейтинга удобно опираться на структурные элементы самого предмета, а их, в свою очередь, можно построить, используя понятие модуля. Модуль представляет собой законченную единицу учебной программы дисциплины - систему дидактических целей и методическое руководство, обеспечивающее достижение этих целей. Логично интегрировать рейтинговую систему с модульной. Выставление промежуточной оценки нужно совмещать с окончанием изучения отдельных модулей. Возможно использование накопительной системы оценивания, снятие элементов случайности в оценке знаний при приеме экзаменов и зачетов.

Основной целью такой модели построения содержания обучения является организация учебного процесса, позволяющая развивать познавательную самостоятельность, индивидуальные возможности и способности студентов.

На кафедре «Инженерная математика» группой авторов издан учебно-методический комплекс в 7 частях по дисциплине «Математика» в соответствии с действующей учебной программой. Методические материалы представлены в виде модулей по основным разделам «Высшей математики». Они содержат теоретические сведения, типовые задачи с решениями, наборы заданий для самостоятельной подготовки студентов, ответы к задачам.

Для контроля знаний обучающихся и организации рейтинговой системы оценки на кафедре создан банк задач и контрольных вопросов по дисциплине «Математика». На его основе издано методическое пособие в 4-х частях в виде тестов, которые состоят из комплектов задач по 30 вариантам для каждого изучаемого модуля с набором ответов и контрольных вопросов для проверки усвоения теоретических основ.

Выставление промежуточной оценки необходимо совмещать с окончанием изучения отдельных модулей. В связи с этим, учебная нагрузка должна содержать необходимое количество часов практических

знаний, предусматривающих проведение рубежных тестов для осуществления накопительной модульно-рейтинговой системы оценки знаний студентов.

УДК 519.210

Представление факториальных моментов непрерывных распределений комбинаторными суммами

Волкович П.Ф., Рутко Д.Ф.*

Белорусский национальный технический университет
Академия управления при Президенте Республики Беларусь*

Получены представления факториальных $\alpha_{[r]}$ и центральных факториальных $\mu_{[r]}$ моментов произвольных порядков r ($r = 0, 1, 2, \dots$) непрерывных распределений в виде комбинаторных сумм:

$$\alpha_{[r]} = \sum_{k=0}^{r-1} S_{r,k} \alpha_{r-k}, \quad \alpha_{[0]} = 1;$$

$$\alpha_{[r]} = \sum_{k=0}^r \binom{r-1}{k-1} B_{r,r-k} \alpha_k, \quad \alpha_{[0]} = 1;$$

$$\mu_{[r]} = \sum_{k=0}^r \binom{r-1}{k-1} B_{r,r-k} \mu_k, \quad \mu_{[0]} = 1;$$

$$\mu_{[r]} = \sum_{k=0}^{r-1} S_{r,k} \mu_{r-k}, \quad \mu_{[0]} = 1.$$

Здесь приняты обозначения:

$$\binom{k}{\nu} = \frac{k!}{\nu!(k-\nu)!};$$

$B_{k,\nu}$ – числа Бернулли порядка k и степени ν ;

$S_{k,\nu}$ – числа Стирлинга первого рода порядка k ;

α_k – начальный момент порядка k непрерывного распределения;

μ_k – центральный момент порядка k рассматриваемого распределения.

Представление моментов распределений комбинаторными суммами служит цели снижения сложности вычислительных алгоритмов при проведении научных исследований, инженерных и экономических расчетов.

Сопровождающие курсы дисциплины «Математика» в вузе

Мелешко А.Н., Кондратьева Н.А., Михнова Н.С.
Белорусский национальный технический университет

Практика показывает, что в последние годы достаточно большая часть студентов, поступающих в высшие учебные заведения, проявляет низкий уровень знаний по математике, физике или другим предметам. Это и другие обстоятельства (недостаточное методическое обеспечение читаемых в вузе курсов, заочное обучение, студент-иностранец и т.п.) мешают полноценному изучению университетских дисциплин. В то же время многие студенты желают учиться, получить необходимое образование по выбранной специальности, и нуждаются в определенной дополнительной поддержке в учебе помимо плановых учебных занятий.

Одной из таких форм поддержки, например, на приборостроительном факультете БНТУ, являются дополнительные консультации. Но они, в силу разнородности рассматриваемых тем и проблем консультируемых, не всегда оказываются эффективными. Представляется более удобным рассматривать конкретный раздел изучаемой дисциплины по просьбе студентов. Такие разделы назовем «сопровождающими курсами» дисциплины. Сопровождающие курсы могут быть организованы на кафедре, ведущей данную дисциплину, либо на факультете, либо соответствующими структурами вуза. В общих чертах это может выглядеть так.

Студент (группа студентов – от 2 до 10 человек) обращается с просьбой о дополнительном изучении некоторого раздела дисциплины «Математика», например, «Неопределенный интеграл» или «Основные элементарные функции» или «Функции комплексного переменного». При обращении согласуются план и объем занятий, стоимость, время и сроки проведения занятий, акценты на определенные темы раздела. В установленное время проводится необходимый цикл занятий.

К работе на курсах можно привлекать и хорошо успевающих по дисциплине студентов с соответствующим поощрением. Для них это можно рассматривать еще и как способ углубленного изучения материала разъяснением его другому студенту.

Сопровождающие курсы могут организовываться по любым дисциплинам, скажем, разделам оптики в физике, а также при разработке курсовых или дипломных проектов. Они могут оказаться удобной формой для подготовки студентов заочного отделения, разбора контрольных работ, а также могут быть полезными иностранным студентам.

**Актуальность учебно-методических комплексов
в преподавании вузовской математики**

Попейко Н.С., Очеретняя О.П.

Белорусский национальный технический университет

Создание современных учебно-методических материалов – актуальная задача научно-методической работы преподавателей вузов. Учебный материал должен быть доступным, востребованным, правильно структурированным, удобно расположенным. Одной из форм таких материалов является учебно-методический комплекс (УМК). Его универсальность – залог успешного использования в работе со студентами как заочной, так и дневной формы обучения.

УМК позволяет эффективно использовать время, организовать и направлять самостоятельную работу студентов, т.к. он содержит:

- методические рекомендации для работы с УМК,
- литературу (основную и дополнительную),
- программу дисциплины или экзаменационные вопросы,
- изложение теоретического материала,
- практикум,
- задания контрольных работ,
- вопросы для самопроверки или тесты.

Содержащийся в УМК материал является необходимым и достаточным для изучения теории решения задач, включенные в контрольные работы, а рекомендуемая литература служит источником дополнительной информации в случае необходимости.

Теоретический материал в УМК излагается в ограниченном специализацией виде. Задачи и упражнения по практической части курса имеют разный уровень с подробными комментариями решений части задач. Возможность самопроверки изучаемой дисциплины способствует самоутверждению личности, желанию расширять познавательные возможности.

Как показывает опыт, большим спросом пользуются электронные варианты УМК, что делает работу по созданию учебно-методических комплексов еще более актуальной в организации учебного процесса по подготовке высококвалифицированных специалистов.

УМК составляется в соответствии с учебной программой по дисциплине «Математика», разработанной по семестрам для каждой специальности (или для группы специальностей) с учетом объема изучаемого материала.

**Методическое сопровождение инновационной подготовки
по математике и информатике студентов заочной формы обучения
приборостроительного факультета**

Глинская Е.А., Прусова И.В., Прихач Н.К.
Белорусский национальный технический университет

Активное и систематическое использование информационных технологий на заочном отделении по математике и информатике существенно влияет на преподавание этих дисциплин и заставляет вносить значительные изменения в методику их преподавания. Модель деятельности преподавателя в условиях внедрения средств информационных технологий в учебный процесс должна отражать уровень подготовки преподавателя к их применению в виде комплекса соответствующих знаний, умений, навыков. Обучение заочников на первом этапе должно носить выраженный дифференцированный характер в зависимости от уровня и состояния их предшествующей подготовки. При этом одной из главных задач, которые решаются в первом семестре является выравнивание, нивелирование знаний обучаемых, в том числе и в области применения специализированных пакетов математических программ. Мы считаем, что на первом этапе использования информационных технологий в обучении следует начинать с пакета инженерных расчётов MathCAD и его основных возможностей.

На втором этапе обучения математике и информатике для студентов происходит переход на качественно новый уровень овладения методологическими понятиями теории математики с применением информационных технологий. Созданный на кафедре электронный конспект лекций создаёт предпосылки к использованию дистанционной формы обучения. Особенно актуальным вопрос об использовании дистанционных форм образования становится, если речь идёт о модернизации системы заочного обучения.

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к дистанционным формам образования. Гибкое сочетание традиционных приёмов и образовательных методик с идеей дистанционного обучения позволяет студенту пройти путь от начального знакомства с предметом до уровня, необходимого современному инженеру.

Преподавателям, участвующим в учебном процессе, сервисы глобальной сети представляют возможности для разработки свободного изменения и обновления содержания всех компонент традиционных учебных курсов, реализованных с помощью современных мультимедийных технологий.

Методические аспекты изучения современных криптографических систем в курсах технических вузов

Крупенкова Т.Г., Липницкий В.А.*
Белорусский национальный технический университет
Военная академия Республики Беларусь*

В высших технических учебных заведениях дисциплина «Высшая математика» надёжно закрепились. Однако новые специальности требуют расширения курса математики. Для специальностей, связанных с защитой информации актуальными становятся разделы современной алгебры : теория чисел, теория групп, теория колец, теория полиномов, теория полей и полей Галуа.

Некогда криптография была прерогативой правительств. Военные дипломатические организации использовали её для обеспечения секретности своих сообщений. В настоящее время в её функции входит защита информации.

Новая техника базируется на современной математике.

Современная криптография базируется в кольцах Z/nZ .

Чем глубже и детальнее курс защиты информации, тем глубже требуется погружение в разделы современной алгебры и алгебраической геометрии.

Для изучения криптосистемы RSA нужно знание теории чисел, китайской теоремы об остатках.

Для изучения криптосистемы Эль Гамала - циклических групп, более тонкое строение Z/nZ .

Для изучения криптосистемы Рабина - квадратичные вычеты, извлечение квадратных корней, числа Блума.

Для изучения криптосистемы AES – полей Галуа (в $Z/2Z$).

В ближайшем будущем разрабатывается 4 вида новых криптосистем:

1) ECC – криптосистемы эллиптических кривых. Их изучение связано с алгебраической геометрией.

2) XTR – следы в конечных полях. Их изучение связано с Z/pZ .

3) Криптосистемы на основе некоммутативных групп

4) Криптосистема Мак-Элиса–Сидельникова базируется на помехоустойчивых кодах, которая строится на теории полей Галуа.

Таким образом, изучение криптографии требует углублённого изучения математики.

Если мы будем углубляться в аппаратную реализацию – мы привязываемся к современной технике.

Ф и з и к а

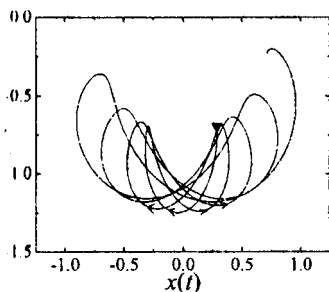
Лабораторный практикум: компьютерное моделирование нелинейных и параметрических колебаний

Кушнир В.Н.

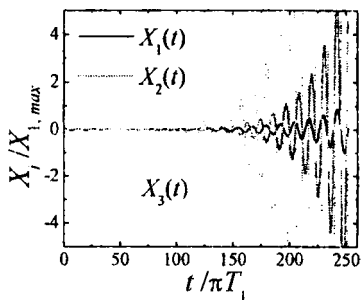
Белорусский национальный технический университет

В работе [1] были рассмотрены классические задачи механики, решаемые средствами Mathcad в рамках курса компьютерной практики по физике.

В данной работе предлагается дополнить этот курс в части «Теория колебаний и волн» задачами о параметрическом возбуждении колебаний, в том числе и нелинейных, имеющими важное прикладное значение. Например, задача о нелинейных колебаниях математического маятника, длина которого меняется по гармоническому закону, является элементарной задачей для понимания студентами БНТУ и, вместе с тем, содержательной, поскольку моделирует реальные процессы. Возможности Mathcad позволяют проследить (используя анимацию) за траекторией маятника при различных начальных условиях и при различных соотношениях частоты параметрического возбуждения и собственной частоты (одна из таких траекторий представлена на рисунке 1). В рамках одного лабораторного занятия можно исследовать решения и более сложных систем. Например, на рисунке 2 приведен график процесса развития параметрического резонанса в 3-контурной электрической цепи (все величины измеряются в условных единицах).



(а)



(б)

Литература

1. Кушнир, В.Н., Моделирование задач Общего курса физики (раздел Механика) в MathCAD / В.Н. Кушнир, Т. Гриценко // Материалы Восьмой международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике». В 4 томах. Том 3.- Минск, БНТУ, 2010. – С. 372.

К возможности редукции адельной волновой функции в p -адическую область

Баранов А.А.

Белорусский национальный технический университет

В пионерской работе Дж. Хартли и С. Хокинга (1983г) рассмотрена волновая функция Вселенной в классическом пространстве-времени. Далее в работе И. Арефьевой и др. (1991г) введена p -адическая волновая функция Вселенной. Наконец Б. Драгович (1995г) рассмотрел адельную волновую функцию Вселенной в адельном представлении.

Адельное представление включает в себя как описание областей в обычных координатах, так и областей с p -адическими координатами.

Под аделями понимается совокупность последовательностей

$$a = (a_1, a_2, \dots, a_p, \dots),$$

где a_n - вещественное число, a_p - p -адическое число, p - простое натуральное число.

p -адическое число x представимо в форме $x = p^\gamma \frac{m}{n}$, где m, n - целые числа, не делящиеся на простое число p , $\gamma = \gamma(x)$ - целое число.

Норма такого числа равна $|x|_p = p^{-\gamma(x)}$. Замечательная особенность p -адических чисел состоит в том, что норма суммы двух p -адических чисел не удовлетворяет аксиоме Архимеда, так как

$$|x + y|_p \leq \max(|x|_p, |y|_p)$$

А. Хренников (2004г) убедительно показал возможность моделирования процессов мышления в p -адических координатах. Такое моделирование открывает новые возможности для рассмотрения физической и духовной сущности человека.

Предлагается рассмотреть адельную волновую функцию человека. При этом волновая функция в обычном пространстве - времени описывает физическую (физиологическую) сущность человека, а p -адическая область функции описывает ментальную (духовную) сущность человека. Тогда возникает возможность такой ситуации, при которой в силу ряда причин полная волновая функция редуцируется к нулю в обычном пространстве времени и остается отличной от нуля в p -адической области. Анализ причин такой редукции остается делом дальнейших исследований. Такая редукция открывает неожиданные возможности для новых исследований, и отчасти указывает на возможность сближения научной и религиозной точек зрения, как это предсказывал Тейяр де Шарден (1987г).

Экспериментальное исследование закона Ома в дифференциальной форме в лабораторном практикуме

Позняк В.С., Баранов А.А., Рудович Ю.М.

Белорусский национальный технический университет

Экспериментальное определение линейной связи между плотностью тока \vec{j} и напряженностью электрического поля \vec{E} для закона Ома в дифференциальной форме оказывается не столь тривиальным, как может показаться с первого взгляда. Дело в том, что постоянство коэффициента пропорциональности σ – удельной электропроводности – в соотношении $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ справедливо для однородных металлических проводников в ограниченном интервале температур. При этом правильную зависимость σ от абсолютной температуры T дает только квантовая электронная теория. При низких (гелиевых) температурах возникает явление сверхпроводимости и закон Ома теряет силу. Для материалов с анизотропными свойствами удельная электропроводность σ становится уже тензорной величиной. При больших напряженностях поля ($E > 24$ кВ/см) также возникает нелинейная зависимость \vec{j} от \vec{E} . Для термоэлектронного тока тоже нарушается закон Ома ($I \sim U^{3/2}$). В ионизированном газе при низких давлениях даже при слабых полях могут наблюдаться заметные отклонения от закона Ома. В контактах двух полупроводников или полупроводника и металла наблюдается явное нарушение закона Ома вплоть до возникновения односторонней электропроводности. Вместе с тем для металлов с положительными и отрицательными носителями тока закон Ома в дифференциальной форме выполняется достаточно точно. Предлагается экспериментально проверить закон Ома $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ для нихрома, когда смешанные носители тока, для цинка, когда носители тока имеют положительный знак и для меди, когда носители тока имеют отрицательный знак.

При постоянном сечении S прямолинейного проводника длиной l поле внутри проводника можно считать однородным. Тогда закон Ома в дифференциальной форме $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ приобретает вид

$$\frac{I}{S} = \sigma \frac{U}{l}.$$

Измерив ряд значений силы тока I и соответствующих напряжений U в проводнике, можно экспериментально убедиться в справедливости закона Ома в дифференциальной форме для металлического проводника. Погрешность эксперимента не превышает нескольких процентов.

О влиянии дислокаций на процесс разрушения ГЦК-металлов под действием циклических напряжений

Петренко С.И., Юркевич Н.П.

Белорусский национальный технический университет

В настоящей работе приводятся экспериментальные данные о влиянии циклических напряжений на дислокационную структуру и процесс разрушения образцов из поликристаллического алюминия. Экспериментальная установка состояла из ультразвукового генератора, магнитострикционного преобразователя (резонансная частота 19 кГц). Испытания проводили при амплитуде колебаний, равной 6 мкм, которой соответствовало максимальное напряжение в узле стоячей волны порядка $\pm 20 \text{ Мн} / \text{м}^2$, при различном числе циклов «озвучивания».



Рис. 1. Интерференграмма следа скольжения после $4,4 \cdot 10^6$ циклов

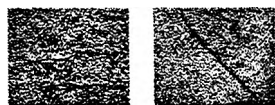


Рис. 2. Трещины: а – вдоль полос в теле зерен; б – по границам зерен

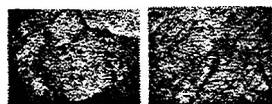


Рис. 3. Дислокационная структура алюминия: а – после отжига $\times 2500$; б – после $2,6 \cdot 10^7$ циклов

В зоне максимальных циклических напряжений стоячей УЗ-волны происходит деформация, которая начинается с появления на поверхности образцов в отдельных зернах линий скольжения в местах наибольшего скопления дислокаций. С увеличением числа циклов озвучивания происходит интенсивное нарастание деформации, выражающееся в увеличении линий скольжения и затем в интенсификации отдельных следов скольжения. В результате на поверхности образуются экструзии и интрузии (рис. 1), перерастающие в микротрещины. Затем микротрещины превращаются в трещины, распространяющиеся от поверхности вглубь металла. Наряду с появлением трещин вдоль полос скольжения (рис. 2, а) в теле зерен наблюдались трещины и по границам зерен (рис. 2, б). Для объяснения образования экструзий и интрузий на поверхности алюминия под действием циклических напряжений

ультразвуковой частоты можно использовать модель Мотта-Кеннеди, согласно которой для образования экструзий и интрузий необходимо движение дислокаций по замкнутому контуру за счет поперечного скольжения (рис. 3).

Изучение спектра атома водорода в курсе общей физики

Кужир П.Г., Юркевич Н.П., Савчук Г.К., Оксень Т.С.
Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является разработка методического обеспечения для изучения основных закономерностей спектра атома водорода студентами инженерно-технических специальностей.

Квантово-механические представления о природе материи и излучения достаточно трудны для восприятия студентами, так как содержат ряд понятий и положений, понимание которых требует четкого абстрактного мышления. И если атом водорода может быть достаточно ясно представлен в сознании в рамках модели Бора, то усвоить представление атома водорода с точки зрения квантово-механического подхода могут далеко не все студенты. Причина заключается в том, что наше мышление в основном «работает» в ограниченных рамках трехмерного пространства и с объектами, относящимися к макромиру.

Квантово-механический подход предполагает двойственную, корпускулярно-волновую природу у всех объектов, принадлежащих микромиру. При этом постоянная Планка выступает в качестве своеобразной «границы», разделяющей макро- и микромиры. Двойственность природы объектов микромира приводит к невозможности применения законов классической механики для описания их положения в пространстве и движения во времени. Здесь в силу вступает соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Но наиболее трудным для понимания понятием является понятие волновой функции, которая представляет собой распределение электронной плотности. Вид этих функций в зависимости от энергетического состояния для электрона различен и очень сложен и составляет отказаться от привычного представления элементарной частицы в виде шарика. Еще более сложным для понимания является основное уравнение квантовой механики – уравнение Шредингера.

Как правило, в лекционном курсе общей физики не приводится строгое решение, а даются основные следствия. К ним относятся квантованность собственных значений энергии, механического орбитального момента импульса, проекции механического орбитального момента импульса, проекции собственного механического момента импульса электрона или спина, определение энергетического состояния электрона набором четырех квантовых чисел.

В данной работе представление этих элементов адаптировано для восприятия студентов.

Иванов А.А.

Белорусский национальный технический университет

Модель двухуровневой системы в одномодовом квантованном поле – одна из наиболее простых, но широко распространённых и эффективных моделей для описания количественных характеристик взаимодействия между квантовой системой и резонансным внешним полем. Наиболее известное упрощение гамильтониана данной задачи связано с моделью Джейнса-Каммингса, которая имеет точное решение в рамках так называемого приближения вращающейся волны. Но точный анализ применимости данной модели обычно не рассматривается в конкретных приложениях, а интервал значений параметров системы, в котором результаты остаются правильными, до сих пор не определён. Более того, точные изолированные решения, найденные для двухуровневой системы подтверждают, что модель Джейнса-Каммингса не описывает особенностей точного спектра энергии системы в зависимости от константы взаимодействия атома с полем. Поэтому представляет интерес сравнение точного численного решения задачи о двухуровневой системе с широким интервалом параметров гамильтониана с результатами модели Джейнса-Каммингса. Для этого в данной работе будет использоваться операторный метод решения уравнения Шредингера.

Получено решение уравнения Шредингера для задачи о системе двухуровневых атомов в одномодовом электромагнитном поле без учёта приближения вращающейся волны в рамках операторного метода. Выражения для спектра энергии в предельных случаях совпадают с ранее опубликованными результатами. Решение, полученное в рамках операторного метода, является равномерно пригодным, то есть с достаточной степенью точности описывает поведение системы во всем интервале изменения параметров гамильтониана и амплитуды внешнего поля. Показана возможность и разработан алгоритм учёта точного интеграла движения данной задачи.

Разработан алгоритм учета поправок к нулевому приближению метода, показано, что поправки высоких порядков не ухудшают точность полученных результатов, что свидетельствует о сходимости предложенной итерационной схемы, хотя строгое математическое доказательство такой сходимости не приведено.

Получено аналитическое выражение для энергии системы в случае больших квантовых чисел, что соответствует взаимодействию атома с интенсивным электромагнитным полем.

Методика решения задач повышенной сложности по теме «Нестандартные маятники»

Иванов А.А., Гаголкина А.А., Добриневская Е.А.
Белорусский национальный технический университет

Тема «Гармонические колебания» традиционно вызывает затруднения у учащихся средних школ и абитуриентов. Стандартные гармонические осцилляторы (математический и пружинный маятники) изучаются в школе достаточно подробно, а анализ любых других осцилляторов практически не проводится в рамках школьной программы.

Цель работы – описание алгоритма решения задач, связанных с изучением гармонических колебаний в нестандартных системах.

Для решения необходимо убедиться, что у системы есть положение устойчивого равновесия. Сделать это возможно двумя способами: доказать, что в этом положении потенциальная энергия имеет минимум или доказать, что при выведении из него на систему начинает действовать возвращающая сила. Первый способ связан с рассмотрением потенциальной энергии как функции координат и исследованием этой функции на экстремум. Второй обычно можно провести устно, без громоздких расчетов, основываясь только на анализе свойств и поведения системы.

Далее необходимо доказать, что колебания, возникающие в системе, являются гармоническими. Для этого нужно либо доказать, что вблизи от положения равновесия потенциальная энергия является квадратичной функцией отклонения из равновесия x , то есть $U = \frac{\alpha x^2}{2}$, причем константа $\alpha > 0$ не зависит от x , либо доказать, что возвращающая сила будет квазиупругой, то есть $F_x = -\alpha x$, причем аналогично константа $\alpha > 0$ не зависит от x . Два этих условия равносильны и применяются, исходя из удобства решения конкретной задачи.

Если выполняется любое из данных условий, то вблизи положения равновесия малые колебания системы будут гармоническими, а их период определяется только свойствами системы и может быть вычислен по формуле

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\alpha}}.$$

В работе получены выражения для периодов малых колебаний ряда как модельных, так и реальных физических систем.

Экспериментальное исследование закона Джоуля-Ленца в дифференциальной форме в лабораторном практикуме

Позняк В.С., Сороговец Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Работа A постоянного электрического тока за время t при передвижении заряда q по цепи с разностью потенциалов U равна

$$A = qU = IUt.$$

Если отсутствуют механические перемещения металлических проводников и отсутствуют не тепловые потребители энергии (электромоторы, аккумуляторы и т.п.), то работа тока затрачивается на увеличение внутренней энергии проводников, что приводит к выделению тепла Джоуля-Ленца

$$Q = IUt.$$

Закон Джоуля-Ленца справедлив и для электролитов, а это означает, что работа сил электрического поля не тратится на образование ионов. Выделяющееся тепло производится только за счет работы сторонних сил.

Тепло, выделяемое в единице объема однородного металлического проводника длиной l и площадью поперечного сечения S за единицу времени, т.е. объемная тепловая мощность w пропорциональна плотности тока и напряженности электрического поля, что представляет закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме:

$$w = \frac{Q}{Vt} = \frac{I}{S} \cdot \frac{U}{l} \cdot \frac{t}{t} = jE,$$

где $j = I/S$ – плотность тока, $U/l = E$ – напряженность электрического поля. Форма $w = \rho j^2$ закона Джоуля-Ленца (ρ – удельное сопротивление проводника) является более общей, чем форма $w = \sigma E^2$ (σ – удельная электропроводность), так как первое соотношение не зависит от природы сил, возбуждающих ток. В эксперименте используется закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме в виде

$$\frac{IU}{Sl} = \sigma \left(\frac{U}{l} \right)^2. \quad (1)$$

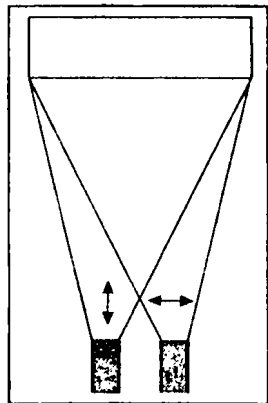
На опыте измеряется ряд значений силы тока I и соответствующих напряжений U . При измерениях учитывается, что сопротивление вольтметра намного больше сопротивления исследуемого проводника, а сопротивление амперметра много меньше сопротивления проводника. При этом погрешность, как показывает оценка, не превышает 2-3%, таким образом можно убедиться в справедливости закона Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.

Особенности изучения свойств поляризованного света на основе формирования изображения формата 3D

Климович И.А., Потачич В.А.

Белорусский национальный технический университет

Курс общей физики, преподаваемый в техническом вузе, должен позволять будущему инженеру свободно ориентироваться во все возрастающем потоке научно-технической информации. В связи с тем, что основа его теоретической подготовки закладывается в большей степени на лекционном курсе, который и так достаточно перегружен информацией, стоит задача такой оптимизации лабораторных занятий, чтобы студент смог не только закрепить фундаментальные законы физики, но и ознакомиться с новинками технической мысли, которые в последнее время широко внедряются в повседневную жизнь.



Так, например, в разделе «Поляризация света» наряду с известными понятиями и закономерностями студенты знакомятся с особенностями формирования псевдообъемного изображения (или изображения формата 3D) при использовании поляризационных очков. В этом случае на экран проецируются два изображения одного объекта, снятые под разными углами, причем векторы поляризации света этих изображений взаимно перпендикулярны и совпадают с направлениями колебания светового вектора \vec{E} пропускаемых очками. Таким образом, каждый глаз наблюдателя видит изображение снятое только одной камерой, в результате чего создается стереоскопическое изображение. Если зритель в процессе наблюдения снимет поляризационные очки, то на экране он увидит обычное плоское расфокусированное изображение.

Студенты также знакомятся с особенностями формирования изображения формата 3D на телевизионном экране, для просмотра которого также требуются поляризационные очки.

В настоящее время ведущие телевизионные фирмы ведут разработки телевизоров объемного изображения, для просмотра которого поляризационные очки не нужны. Интерес к этой проблеме подогревается тем, что в мировую продажу уже поступили первые телевизоры объемного изображения. Это дает возможность значительно оживить процесс познания и усвоения материала.

Использование активных методов обучения как средство повышения познавательной активности студентов

Ветохин С.С.², Климович И.А.¹, Конаш С.В.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²Белорусский государственный технологический университет

В последнее время наблюдается большой спрос на специалистов умеющих творчески и нестандартно решать различные производственно-технические и научные задачи, способных оценивать и моделировать результаты собственной деятельности.

Одним из способов решения такой проблемы является использование в учебном процессе вузов активных методов обучения, к числу которых относится поисковая лабораторная работа. Такая лабораторная работа на всех её этапах: подготовительном, собственно выполнении, анализ полученных результатов и выводы планируется и проводится с элементами научно-исследовательской деятельности.

Решение исследовательской задачи включает в себя следующие этапы: постановка проблемы, изучение теоретического материала, связанного с решаемой проблемой, подбор методик исследования, постановка эксперимента, его проведение, получение результатов, их анализ и обобщение, выводы. Таким образом, логика поисковой лабораторной работы имитирует логику научного познания.

Использование поисковой лабораторной работы в учебном процессе технического вуза позволит: сформировать навыки приобретенных и усвоенных знаний при проведении эксперимента, позволит получать и накапливать опыт творческой деятельности, освоить методы научного исследования, развить умения анализировать полученную информацию, делиться выводами, обобщать.

Считается, что успешно использовать активные методы, особенно с элементами научного исследования, возможно, если у студентов сформирована готовность к такого вида деятельности.

Готовность включает в себя ряд составляющих: образовательный уровень конкретного студента, который, как правило, определяется типом среднего учебного заведения, которое закончил этот студент; мотивационно-деятельностная составляющая; исследовательские умения и навыки, система методологических знаний, что в конечном итоге позволяет успешно решать учебно-исследовательские задачи.

Как показывают данные других исследований около 70% современных студентов, как правило, имеют низкий уровень готовности к исследовательской деятельности.

Электрооптика пространственно интегрированных модулирующих ЖК-структур на твист-эффекте при $\Delta\epsilon \rightarrow 0$

Развин Ю.В., Потачиц В.А.

Белорусский национальный технический университет

Важнейшим достоинством жидкокристаллических (ЖК) устройств является возможность локального управления амплитудой излучения. В этом случае прозрачно-проводящие электроды, как правило, выполняются в виде прямоугольного раstra с малым размером строк и столбцов, на пересечении которых находятся управляющие элементы изображения (пиксели). Наличие пространственно-интегрированных структур, выступающих над поверхностью подложек, приводит к возникновению на краях пикселей начальных азимутальных отклонений в ориентации ЖК-слоя, которые из-за счет упругих сил распространяются по всей толщине кристалла. В этом случае ЖК-слой подвергается поперечному изгибу, в результате чего в нем возникает флексоэлектрическая поляризация. Управляющее электрическое поле будет взаимодействовать не только с диэлектрически анизотропной средой, но и с вектором флексоэлектрической поляризации слоя. Это приводит к существенному изменению электрооптических характеристик микрообъемов ЖК по сравнению с хорошо изученными сплошными структурами ЖК.

Если диэлектрическая анизотропия ($\Delta\epsilon$) ЖК достаточно большая (больше $\sim 0,2$), то начальные азимутальные отклонения в ориентации приводят к тому, что во внешнем электрическом поле включенный пиксель состоит из двух доменов с противоположными искажениями. Граничная область между которыми представляет собой стенку, связанную с переходом Фредерикса. Время релаксации пикселя в исходное состояние составляет для толщины ~ 10 мкм около 200 мс и определяется в основном вязкоупругими свойствами используемого кристалла.

Если $\Delta\epsilon$ ЖК мала (меньше $\sim 0,01$), то свободная энергия слоя кристалла сводится к двум вкладам: взаимодействию флексоэлектрической поляризации с управляющим электрическим полем и упругой энергией Франка. Гомеотропная стабилизация ЖК-молекул электрическим полем практически отсутствует и в закрученной структуре кристалла возникают продольные флексоэлектрические домены. Рассматривая их период, направление по отношению к исходной ориентации, было установлено, что они возникают в центральной области ($\sim 3 \dots 4$ мкм) и приводят к раскрутке исходной твист-структуры. Происходит фазовая модуляция проходящего излучения, при этом в 4 раза уменьшается время переключения ЖК-пикселей, что увеличивает быстродействие структуры.

Методика изучения темы «Явления переноса»

Журавкевич Е.В., Кужир П.Г., Климович А.В.

Белорусский национальный технический университет

В курсе физики тема «Явления переноса» является для студентов технических специальностей теоретической базой для многих специальных дисциплин. Например, в таких актуальных в последнее время дисциплинах как «Проектирование ресурсосберегающих систем», «Ресурсосбережение и биотехнологии», в которых основные процессы переноса массы, импульса и энергии используются при решении прикладных задач проектирования.

Разработка и методическая подача этой темы требует тщательного анализа лекционного материала, расстановки точных акцентов при выборе метода изложения. Строгая молекулярно-кинетическая теория явлений переноса как диффузия, теплопроводность, внутреннее трение (вязкость) базируется на приближенных решениях кинетического уравнения Больцмана, являющегося нестационарным интегро-дифференциальным уравнением для систем в неравновесном состоянии.

При изучении систем, находящихся в неравновесном состоянии, с таких позиций, приходится сталкиваться с достаточно сложной проблемой, связанной с необходимостью объяснений студентам специфического характера взаимодействий, приводящих в конце концов систему в равновесное состояние. Однако ситуация сильно упрощается, если ограничиться моделью идеального газа и воспользоваться элементарной теорией явлений переноса, а именно, методом средней длины свободного пробега. Главной целью при этом является получение связи между макроскопическими коэффициентами переноса и микроскопическими параметрами идеального газа.

Поскольку все явления переноса имеют в основе общие физические закономерности (наличие градиента какой-либо физической величины и стремление системы к равновесному однородному состоянию за счет тепловое хаотическое движение молекул), то решение поставленной задачи должно базироваться на выводе обобщенного уравнения переноса, удобного для анализа конкретных процессов переноса. Отметим, что изложение в рамках выбранной методики темы «Явления переноса», читаемое для студентов специальностей строительного и горно-механического профилей курса физики, показало достаточное понимание кинетических закономерностей установления термодинамического равновесия в системах, особенностей тепло- и массообмена и способствовало улучшению в решении задач на явления переноса.

Взаимосвязь лекций и практических занятий по физике

Журавкевич Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Как известно, усвоение теоретического материала в значительной степени зависит от организации и методики проведения практических занятий. В условиях возрастающего объема изучаемого материала по физике для студентов технических специальностей и тенденции к уменьшению времени занятий, все большее значение имеет методологический подход к выбору учебного материала и укреплению взаимосвязи лекций и практических занятий. Эффективность проведения практических занятий зависит от подготовки студентов, которая в значительной мере может быть облегчена тем, чтобы по всем разделам физики была одинаковая структура практических занятий.

На практических занятиях основным критерием целесообразности постановки и выбора задачи является роль этой задачи в изучении свойств физической системы, процесса, явления, физического закона и границ применения, что должно служить обоснованием необходимости решения данной задачи.

В содержание задач можно включить и часть лекционного материала, что позволяет во время лекций больше внимания уделять постановке проблемы, используемой модели и анализу применимости физического закона, теории.

Вопросы программы, изучение которых ограничивается уровнем понятий, а также вопросы прикладного характера целесообразно задать в форме качественных задач и поручить студентам решить самостоятельно. Важнейшим моментом подготовки к практическим занятиям является чтение на дом. Обычно преподаватели называют только тему последующего занятия и номера задач по теме состоявшегося занятия. В таком случае студенты при подготовке к занятиям, как правило, читают только свои конспекты, не обращая внимания на глубину и отдельные тонкости изучаемого теоретического материала.

Поэтому методика проведения практических занятий должна строиться на основе четкой конкретизации домашнего задания к следующему занятию. Необходимо также при подготовке к проведению практических занятий разработать вопросы и задания для самопроверки, на которые студент может ответить только при достаточно глубоком изучении материала.

Отметим, что целесообразно на экзаменах давать только те задачи, которые решались на практических занятиях в течение семестра.

Особенности тестового контроля знаний студентов в лабораторном практикуме по физике

Федорова Е.Л., Лицкевич А.А.

Белорусский национальный технический университет

Поскольку физика учебная дисциплина ответственная за организацию научного мышления, а с ним и адекватного восприятия окружающего мира и культуры как сложных многоуровневых систем, моделирующих в каждом социуме картину мира и места человека в нем, теоретический тип мышления становится приоритетной программой высшего образования с целью подготовки современных инженерных кадров. В этом процессе «сознание» и «осознание» играют важную связующую роль в освоении материала, а также качестве остаточных знаний. Следовательно, актуален вопрос о семантической группировке базы вопросов тестового контроля.

В условиях лабораторного практикума, когда не приходится рассчитывать на последовательную подачу теоретического материала, а значит и логику в восприятии контрольных вопросов, полезно включить опосредованную, ассоциативную и логическую память студента, объединяя понятия физики с однокорневыми гуманитарными или их значениями и переводами. К такому соприкосновению естественного и гуманитарного знания через сознание человека приходит квантовая физика, интерпретируя представление о параллельных классических мирах. В данном контексте анализ отношений суперпозиции, как нелокализованного состояния и коллапса (редукции, селекции альтернативы) приводит к существенной роли «осознания», критерию, который, в свою очередь, является параметром психологии, науки и свойствах познания. Эти рассуждения приводят к оптимистичному выводу о том, что сознание объединяет естественнонаучный и духовный миры, а также предполагает возможность выбора внутри индивидуального сознания между реализованным крайним идеализмом и материализмом, трактуемым физическими принципами и законами.

Система тестирования знаний должна стимулировать самостоятельную работу студентов, выстраивая поэтапно логический путь восприятия теоретической основы материала, осознания его и практического применения. При создании базы вопросов для тестов одна из включенных верных версий может содержать определение синонима гуманитарной дисциплины или переводное значение, что позволит с одной стороны унифицировать знание по данному вопросу, с другой – включить организующий элемент функции сознания и выстроить логический ряд для правильного ответа.

Использование наглядных пособий для улучшения восприятия студентами физических законов

Бибик А.И.

Белорусский национальный технический университет

Автор данной работы предлагает обратить внимание преподавателей естественных наук на тот факт, что применение наглядных пособий в учебном процессе одновременно как улучшает восприятие излагаемого материала, так и повышает интерес обучаемых к изучаемым дисциплинам.

Конкретно хотелось бы предложить преподавателям физики активнее использовать пособия, наглядно поясняющие основные физические закономерности и явления. В качестве примера можно предложить установки, иллюстрирующие проявление силы Ампера при взаимодействии проводников с токами (см. рис.1) и явление дифракции Френеля на круглом отверстии посредством лазерной указки (см. рис.2).

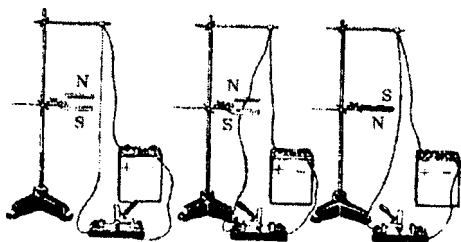


Рис.1. Установка для иллюстрации проявления силы Ампера

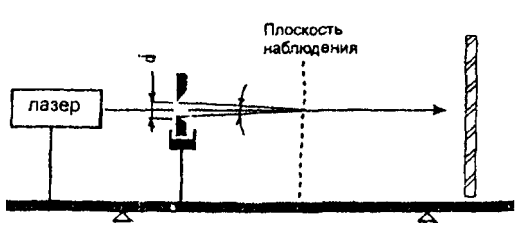


Рис.2. Дифракция Френеля на круглом отверстии

Автор надеется, что каждый преподаватель физики сумеет предложить собственные варианты несложных устройств и поделиться ими с коллегами, что в конечном итоге положительно скажется на качестве знаний студентов.

Изучение зависимости температуры кипения воды от внешнего давления

Бибик А.И.

Белорусский национальный технический университет

Предлагаемая лабораторная работа посвящена изучению зависимости температуры кипения жидкости от внешнего давления.

Установка для изучения данного процесса состоит из вакуумного насоса, подогреваемой кюветы, наполовину заполненной водой и измерительного-регистрирующего устройства.

Жидкость может кипеть только в том случае, если внутри нее имеются газовые пузырьки, которые играют роль центров возникновения пара.

Таким образом, кипение жидкости представляет собой фазовый переход первого рода вода-пар и может быть описано уравнением Клапейрона Клаузиуса:

$$\frac{dP}{dT} = \frac{1}{T} \cdot \frac{q}{V_n - V_{ж}}, \quad (1)$$

где P и T соответственно давление и температура при которых происходит парообразование, V_n и $V_{ж}$ – молярные объемы пара и жидкости, q – удельная теплота парообразования.

Из уравнения Менделеева-Клапейрона следует, что

$$V_n = \frac{RT}{p}. \quad (2)$$

Учитывая уравнение (2) и тот факт, что $V_n \gg V_{ж}$, проинтегрируем уравнение (1).

В результате интегрирования получим соотношение

$$\ln P = -\frac{q}{RT} + C, \quad (3)$$

где C – константа, характерная для данной жидкости, которая может быть найдена, например, измерением температуры кипения при нормальном давлении.

В ходе выполнения лабораторной работы студентам предлагается экспериментально определить значение давления, при котором происходит кипение жидкости для нескольких значений температуры и непосредственно убедиться в справедливости выражения (3).

Моделирование сложения взаимно перпендикулярных колебаний

Кириленко А.И., Сосин Д.И.

Минский государственный высший авиационный колледж

Доступность вычислительных средств позволяет организовать самостоятельную (управляемую) работу студентов на совершенно ином уровне, придать ей исследовательский характер, повысить интерес к формальным математическим процедурам и стимулировать их экспериментальную проверку.

Цель работы – простыми средствами произвести расчет траекторий при двумерных колебаниях, а также разработать и создать установки для демонстрации этих траекторий. За основу были взяты методики проведения расчетных и лабораторных работ по теме «Сложение взаимно перпендикулярных колебаний» на втором курсе. Математическое моделирование проводится в программной среде Excel, который повсеместно изучается в школе. Это позволяет студентам рассчитывать и строить траектории при:

- сложении одночастотных колебаний, различающихся фазами, при этом разность фаз подставляется простой дробью от π или же иррациональным числом от π ;
- сложении колебаний с отношением частот, представленном в виде простой дроби;
- сложении колебаний с иррациональным отношением частот;
- сложении затухающих колебаний;
- сложении колебаний, приводящем к траекториям в виде эпи- и гипоциклоид;
- сложении одночастотных колебаний, разность фаз которых зависит от времени.

При таком подходе изучение указанной темы из учебника существенно обогащается и даже приобретает характер игры. Для демонстрации полученных траекторий мы использовали метод вращающихся зеркал, когда излучение полупроводникового лазера последовательно отражается от двух зеркал и после попадает на экран. Независимо изменяя частоту их вращения, мы получили фигуры Лиссажу и близкие к ним кривые, включая эпи- и гипоциклоиды. При этом выяснены особенности наблюдения указанных траекторий в зависимости от расстояния до экрана. Также выяснена роль юстировки зеркал. Для демонстрации более сложных случаев сложения колебаний мы использовали песочный маятник на бифилярном подвесе. При этом песок, высыпаясь из воронки, вычерчивал эллипсы и их эволюции.

Особенности использования маятников Обербека и Максвелла при углубленном изучении колебаний

Кириленко А.И., Сюбарев А.И.

Минский государственный высший авиационный колледж

Маятники Обербека и Максвелла по существу являются физическими маятниками, однако используются в основном для изучения вращательного движения твердого тела и для изучения вращательного и поступательного движения как в известных физпрактикумах. Понятно, что их функциональные возможности гораздо шире даже в сравнении с известной работой И.З. Джилавдари и В.В. Сидорика. В связи с дефицитом лабораторного оборудования вполне целесообразно использовать более широкие возможности этих приборов:

- маятник Максвелла, находясь в положении устойчивого равновесия, может быть отклонен от вертикали как целое и способен совершать простое колебание без вращения диска;
- диск маятника может быть выполнен полым и заполняться жидкостью. При этом можно изучать влияние движения жидкости на характер затухания маятника при использовании его в стандартном режиме;
- маятник Максвелла может совершать крутильные колебания как тело, подвешенное на двух нитях.

В качестве подготовки к выполнению работ целесообразно рассмотреть решение соответствующих задач, например, из сборника Иродова.

Относительно маятника Обербека отметим следующие возможности использования:

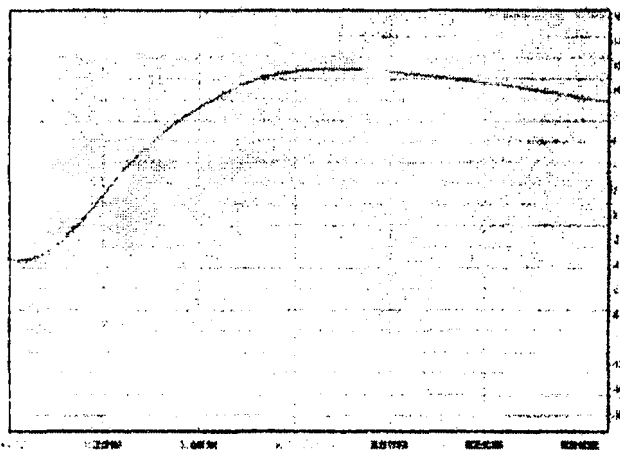
- если застопорить вращение вала, то нить начнет скользить по блоку и маятник превращается в машину Атвуда, на которой можно проверять формулу Эйлера для силы трения;
- как и маятник Максвелла, этот прибор может использоваться для определения момента инерции тела сложной формы, которое закрепляется на оси вращения маятника. Если ось вращения тела не проходит через центр тяжести, то движение маятника становится неравномерным. Неравномерность можно компенсировать увеличением момента инерции маятника;
- установив подвижные муфты на стержнях в несимметрическое положение, мы превращаем маятник Обербека в простой физический маятник.

Очевидно, что объем работы и сложность расчетов во многих из предложенных вариантов возрастают. Поэтому указанные варианты целесообразно использовать для управляемой самостоятельной работы. При этом сама работа выполняется под опытным руководством, а обработку результатов выполняют учащиеся. При этом обеспечивается и безопасность.

Дорошевич Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Экспериментальное моделирование задач теплообмена заключалось в том, что путем анализа поставленных задач находили точки измерения температуры в пространстве вблизи контролируемого объекта или в контролируемом объеме, позволяющие определить искомые распределения температуры и рассчитать переносимые тепловые потоки. В эти точки устанавливали локальные датчики температуры, которые подключали к цифровым осциллографам с выводом на экран монитора. Так получали пространственно-временные распределения температуры на поверхности объекта или в помещении при разных условиях их нагревания и охлаждения. Например, изучали процесс изменения температуры торца металличе-



ческого стержня при нагревании его другого торца с использованием цифрового USB-осциллографа, подключенного к компьютеру. При этом нагревание стержня осуществляли таким образом, что на торце стержня происходил теплообмен с окружающей средой

(воздух, вода и т.д.) при постоянной температуре торца или при постоянном тепловом потоке через него.

В качестве примера на рисунке показана зависимость величины электрического напряжения, снимаемого с датчика температуры, расположенного на торце железного стержня, от времени с момента $t_1=0$ и до момента $t_2=1920$ секунд. По оси абсцисс отложено время в секундах, по оси ординат – величина электрического напряжения в вольтах. В момент времени $t = 0$ включен индукционный нагревательный элемент. В момент времени $t = 720$ с индукционный нагревательный элемент отключен.

*Работа выполнена под руководством Павлюченко В.В.

Определение параметров импульсного магнитного поля при контроле свойств объектов

Павлюченко В.В., Дорошевич Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Основными параметрами импульсного магнитного поля при контроле электрических и магнитных свойств объектов, а также дефектов сплошности в них являются максимальная величина напряженности магнитного поля, время t нарастания поля, форма переднего и заднего фронта импульса.

При использовании разработанной экспериментальной установки применяли следующие виды импульсов. Идеализированный однополярный импульс в полволны. Импульс с передним фронтом в полволны и задним фронтом в виде экспоненты. Применяется в тех случаях, когда необходимо исключить выбросы поля противоположного направления.

Импульс в полволны с обратным выбросом и экспоненциальным спадом напряженности до нуля. Применяется при использовании гистерезисных свойств датчиков магнитного поля.

Тот же импульс, но с обратным выбросом напряженности магнитного поля H в виде затухающей синусоиды. Применяется для получения дополнительной информации о свойствах объекта. Линейно нарастающий и линейно убывающий импульс напряженности магнитного поля. Применяется для разрешения свойств материалов по глубине.

Импульс поля в виде трапеции с заданными передним и задним фронтами и длительностью. Применяется также при разрешении свойств материалов по глубине.

Импульс поля, передний фронт которого является линейно нарастающим и переходит в линейно нарастающий с меньшей скоростью участок $H(t)$.

Задний фронт этого импульса может быть линейным, экспоненциальным или с выбросами поля. Применяется для формирования в материалах и вне их заданных зависимостей $H = H(t)$ в течение заданных промежутков времени для разрешения свойств материалов по глубине вывода датчиков магнитного поля в режимы с максимальной чувствительностью.

Линейно нарастающий импульс поля, переходящий в линейно спадающий или экспоненциально спадающий участок с малой по сравнению с возрастанием скоростью спада напряженности магнитного поля. Применяется для разрешения свойств материалов по глубине, как в случае переходных процессов, так и в случае установившихся процессов.

Разработка способов и устройств магнитоимпульсного контроля

Павлюченко В.В., Дорошевич Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Разработка способов и устройств магнитоимпульсного контроля включает проведение экспериментальных исследований по измерению составляющих напряженности магнитного поля вблизи контролируемых объектов при воздействии на них импульсами магнитного поля с различными параметрами, различными источниками поля и при разных условиях воздействия, а также использование необходимых средств записи и обработки полученной информации. При этом также находят оптимальные конструкции преобразователей магнитного поля и оптимальные последовательности операций для проведения контроля объектов.

Так в одном из разработанных способов магнитного контроля дефектности, толщины, формы и электрических свойств объекта из электропроводящего материала датчик измерения напряженности нормальной составляющей магнитного поля источника устанавливают под ось линейного излучателя.

После этого устанавливают контролируемый объект между излучателем и датчиком и перемещают его с заданным заранее шагом в плоскости, параллельной оси излучателя.

Одновременно воздействуют на объект импульсами магнитного поля в полволны и записывают на элементы памяти временные зависимости величины сигнала, снимаемого с датчика, для каждого фиксированного положения изделия.

По записанным сигналам находят распределения величины нормальной составляющей напряженности магнитного поля над поверхностью объекта в разные моменты времени и формируют их оптические изображения, после чего определяют искомые свойства объекта путем сравнения указанных изображений с заранее полученными аналогичными эталонными изображениями для объектов с известными свойствами.

В качестве эталонных изображений используют предварительно созданные изображения распределений нормальной составляющей напряженности магнитного поля идеального объекта, а также предварительно созданные изображения распределений нормальной составляющей напряженности магнитного поля для неидеальных объектов с заданной величиной и распределением удельной электропроводности, с разной толщиной и разными распределениями дефектов сплошности в них.

Физические свойства пьезокерамического модифицированного натрий-висмутового титаната

Акимов А.И.², Савчук Г.К.¹, Летко А.К.²

¹Белорусский национальный технический университет

²ГНПО НПЦ НАН Беларуси по материаловедению

В связи с ограничениями по использованию соединений свинца в настоящее время исследованию бессвинцовых пьезокерамических материалов уделяется повышенное внимание. Перспективными для использования в качестве пиро- и пьезодатчиков являются материалы на основе $\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3$.

Данная работа посвящена изучению физических свойств бессвинцовых пьезокерамик, полученных на основе твердых растворов $(\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5})_{(1-x)}\text{A}_x\text{TiO}_3$ (NBT), где А - Sr, Cd.

Для перовскитов $(\text{NB})_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{T}$ и $(\text{NB})_{(1-x)}\text{Cd}_x\text{T}$ был проведен расчет фактора толерантности t , значения которого приведены в таблице. Наиболее

Состав	t	Состав	t
BNT	0.9857		0.9857
0.8BNT-0.2BST	0.9886	0.98BNT-0.02Cd	0.9849
0.7BNT-0.3BST	0.9902	0.97BNT-0.03Cd	0.9846
0.65BNT-0.35BST	0.9910	0.96BNT-0.04Cd	0.9843
0.6 BNT-0.4 BST	0.9918	0.95BNT-0.05Cd	0.9840
0.5BNT-0.5BST	0.9936	0.94BNT-0.06Cd	0.9837
0.4BNT-0.6BST	0.9952	0.93BNT-0.07Cd	0.9834
0.3BNT-0.7BST	0.9968	0.91BNT-0.09Cd	0.9828
0.2BNT-0.8BST	1.0023	0.85BNT-0.15Cd	0.9810

высокие физические свойства в перовскитах наблюдаются при $0.990 < t < 0.993$, что соответствует составам $(0.7-0.6)\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3$ - $(0.3-0.4)\text{Sr}_{0,7}\text{Bi}_{0,2}\text{TiO}_3$.

Проведенные температурные исследования диэлектрической проницаемости и тангенса диэлектрических потерь керамик, составы которых указаны в таблице, позволили ус-

тановить, что наиболее высокие значения диэлектрических и пьезоэлектрических параметров, которые для поляризованных образцов составляют $\text{tg}\delta=0.013-0.009$, $\epsilon_{\text{при } T=20^\circ\text{C}}=1200-1500$, $d_{31}=(370-400)\cdot 10^{-12}$ Кл/Н, $k_p=0.4-0.58$ – имеют керамики составов $(0.63-0.66)\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3$ - $(0.37-0.34)\text{Sr}_{0,7}\text{Bi}_{0,2}\text{TiO}_3$. Показано, что наличие в твердом растворе NBT ионов Sr^{+2} изменяет характер упорядочения в расположении ионов Na^+ и Bi^{+3} . Получено, что при легировании керамик NBT ионами Cd наблюдается рост значений диэлектрической проницаемости и значительное снижение тангенса диэлектрических потерь.

Определение оптических параметров эпитаксиальных слоев в светодиодах из спектров электролюминесценции

Бобученко Д.С.¹, Красовский В.В.¹, Цвирко В.И.²

¹Белорусский национальный технический университет

²Центр светодиодных и оптоэлектронных исследований НАН Беларуси

В спектрах излучения светодиодов видимой области (системы AlGaInN/GaN и AlGaInP/GaAs) при малых апертурных углах регистрации, как правило, наблюдается тонкая структура. Наиболее вероятным механизмом ее возникновения является интерференция, так как планарная структура светодиода представляет собой подобие интерферометра Фабри-Перо. Аргументом, подтверждающим этот механизм, является эквидистантность наблюдаемых пиков в энергетической шкале. Интервал между соседними пиками в спектре излучения, выводимого по нормали к поверхности структуры:

$$\Delta(h\nu) = \frac{hc}{2Dn} = \text{const}, \text{ где } D - \text{толщина структуры, } n - \text{показатель}$$

преломления, $h\nu$ – энергия кванта, h – постоянная Планка, c – скорость света в вакууме. Взяв из литературы значение $n = 3.5$, можно оценить толщину гетероструктуры: $D \approx 10$ мкм. Такая величина обусловлена толщиной слоя токового растекания [1].

Измерения в фотометрической сфере, когда производится интегрирование по большому телесному углу, приводят к исчезновению структура спектра.

Для более полного обоснования интерференционной природы спектральной структуры были проведены исследования трансформации спектров в зависимости от угла вывода излучения. С увеличением угла вывода происходит сдвиг спектральных пиков в коротковолновую сторону. Смещение на один интерференционный интервал достигается при изменении угла вывода от нуля до 28° , а при изменении угла от нуля до 90° происходит смещение на 4.3 интерференционного интервала. Так как скорость указанного смещения зависит от значения показателя преломления верхнего слоя гетероструктуры, то по ней может быть определена величина n . Для достижения большей точности необходимо учитывать дисперсию. Определяя n для различных энергий фотонов, можно в первом приближении построить дисперсионную кривую. Уточнение достигается методом итераций.

Литература

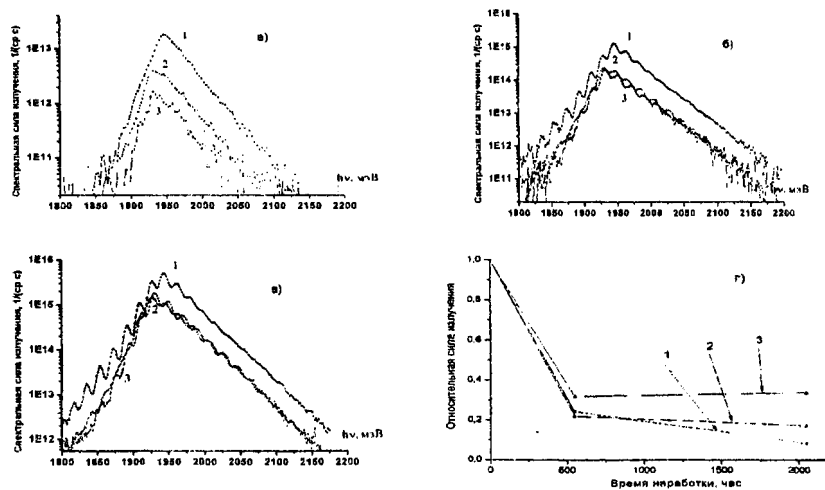
1. Шуберт, Ф.Е. Светодиоды / Ф.Е. Шуберт; пер. с англ.; под ред. А.Э. Юновича. - 2-е изд. - М.: Физматлит, 2008. - 496 с.

Тонкая структура спектров люминесценции квантово-размерных структур AlGaInP при деградационной обработке

Бобученко Д.С.¹, Доманевский Д.С.¹, Красовский В.В.¹, Манего С.А.²,
Цвирко В.И.²

¹Белорусский национальный технический университет
²РНПУП «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий»
НАН Беларуси

Исследовались изменения в спектрах электролюминесценции и изменение силы излучения квантово-размерных структур AlGaInP от времени наработки (в пределах 0-2050 часов) при температуре 80 °С. Из рисунка 1а,б,в видно, что тонкая структура спектров на низкоэнергетической части после наработки стала более гладкой, и более выраженной стала на высокоэнергетической части.



Зависимости спектральной силы излучения (а,б,в) от энергии фотонов при токах возбуждения 100 мкА(а), 1 мА(б), 5 мА(в) для времени наработки 0 (1), 550(2), 2050(3) часов и относительной силы излучения (г) от времени наработки для токов 100 мкА(1), 1 мА(2), 5 мА(3)

Рисунок 1

После наработки 550 часов сила излучения для всех токов возбуждения резко уменьшилась (до~20% от первоначальной), но затем изменения прекратились. При токе 5 мА она даже незначительно увеличилась, а при токах 100 мкА, 1 мА – уменьшилась.

Влияние гетерограниц на процессы переноса тепла в полупроводниковых приборах

Бумай Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

Одной из причин перегрева мощных полупроводниковых приборов, является сложность отвода тепла от кристаллов малых размеров через слой посадки. На настоящий момент установлено, что слой посадки имеет сложную структуру теплового сопротивления, связанную как с объемом, так и с интерфейсными границами [1, 2]. Распространение тепла через гетерограницу или интерфейсную границу зависит от степени согласованности колебаний атомов по обе стороны от нее, которая определяет долю передаваемой энергии. В твердых телах перенос тепла осуществляется за счет решеточной (или фононной) и электронной (дырочной) теплопроводностей. Причиной ослабления решеточной теплопроводности является ангармонизм колебаний атомов решетки, возрастающий с увеличением массы атомов и уменьшением жесткости межатомных связей. В металлах основной вклад в теплопроводность вносят свободные электроны. В данной работе передача энергии колебаний через границу рассмотрена на основе двух альтернативных подходов:

- наличие границ между материалами с различным сортом атомов приводит к рассеянию фононов и, как следствие, к уменьшению их длины свободного пробега;

- с использованием резонансной кривой при возбуждении колебаний атомов во втором материале колебаниями в полупроводнике. выступающими в качестве вынуждающей силы, а также, в случае металла, взаимодействием этих колебаний с электронным газом.

1. Бумай, Ю.А. Тепловой анализ качества посадки кристаллов светодиодов / Ю.А. Бумай, О.С. Васьков, Д.С. Доманевский, С.А. Манего, Ю.В. Трофимов // Нитриды галлия, индия и алюминия – структуры и приборы: тезисы докладов 6-й Всерос. конф., Санкт-Петербург, 18-20 июня 2008 г. / С.-Петерб. Политех. ун-т; под ред. А.В. Сахарова [и др.]. - СПб: Политех. университет, 2008. – С.78-79.

2. Бумай, Ю.А. Анализ качества посадки кристаллов мощных кремниевых MOSFET транзисторов тепловыми методами / Ю.А. Бумай, О.С. Васьков, А.Ф. Керенцев, А.С. Турцевич / Материалы и структуры современной электроники: сб. материалов науч. тр. III Междунар. конф., Минск, БГУ, 25-26 сентября 2008 г. / Бел. гос. ун-т; под ред. В.Б. Оджаева [и др.]. - Минск: Изд. центр БГУ, 2008. – С. 54-57.

Принципы формирования и свойства фоточувствительных структур на основе силицида переходных металлов

Емельяненко Ю. С.¹, Колос В.В.², Маркевич М.И.¹, Чапланов А.М.³,
Стельмах В.Ф.⁴

Белорусский национальный технический университет¹, НПО «Интеграл»²,
Физико-технический институт НАН Беларуси³, Белорусский
государственный университет⁴

Исследование влияния легирующих примесей на протекание процесса формирования силицидов титана и установление особенностей синтеза дисилицида титана под слоем специально выращенного слоя нитрида титана представляет интерес для микроэлектроники и является важной и актуальной задачей. Равновесная термообработка гетероструктур в диффузионных печах имеет ограниченное применение при изготовлении больших интегральных схем (БИС).

При изготовлении БИС только метод быстрой термической обработки (БТО) обеспечивает высокую электропроводность легированных слоев и формирование мелкозалегающих p-n переходов. Целью настоящей работы являлось развитие физических принципов технологии формирования фоточувствительных систем $\text{TiSi}_2(\text{C49})/\text{Si}$ с контролируемыми параметрами на основе установленных закономерностей в процессе БТО гетероструктуры $\text{TiN}/\text{Ti}/\text{Si}$. В качестве исходных подложек использовали пластины монокристаллического кремния КДБ-12 ориентации (001). Пластины имплантировались мышьяком с дозой 5.10^{15}см^{-2} при энергии имплантации 80КэВ. Методом магнетронного распыления на установке Varian m2i в едином вакуумном цикле последовательно осаждались пленки титана и нитрида титана. Затем проводилась БТО с использованием галогенных ламп на установке Heat Pulse 8108. В процессе работы выработаны принципы условий формирования и БТО системы $\text{TiN}/\text{Ti}/\text{Si}$, состоящие в том, что:

- формирование исходной структуры $\text{TiN}/\text{Ti}/\text{Si}$ должно осуществляться в едином цикле для предотвращения окисления границ раздела;
- подложка КДБ кремния должна имплантироваться ионами As с высокой дозы (10^{15}см^{-2}), что обеспечивает повышение фоточувствительности гетероструктуры;
- температура БТО не должна превышать 6500С, что обеспечивает существование полупроводниковой фазы TiSi_2 в модификации C49 в гетероструктуре $\text{TiSi}_2(\text{C49})/\text{Si}$;
- применение БТО является новой технологической операцией введение которой оправдано возникновением новых свойств материала.

Исследование условий исследовательских испытаний светодиодов с малым телом свечения

Манего С.А., Герентьев А.И.

РНПУП «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий»
НАН Беларуси

Актуальность изучения конструктивно-технологических проблем надежности светодиодов с малым телом свечения (СИД с МТС) обусловлена все возрастающим интересом к данному направлению светодиодной промышленности. Данный интерес объясняется рядом аспектов производства и эксплуатации, как самих светодиодов, так и в составе специальных устройств. Одним из наиболее эффективных методов решения этих проблем является проведение ускоренных испытаний.

Для получения объективной информации о надежности СИД с МТС, с учетом комплексного влияния всех воздействующих факторов, была проведена количественная оценка степени малости выборки по результатам исследовательских испытаний. Для этого, предварительно, были проведены точечные оценки кажущейся энергии активации E_a СИД с МТС, с помощью проведения двухступенчатых форсированных испытаний.

Определение величины средних скоростей деградационного процесса при двух температурах $T_1=80^\circ\text{C}$ и $T_2=110^\circ\text{C}$, проводилось для двух выборок светодиодов с малым телом свечения, созданных в ICOT на основе чипа ELС-645-29-20 фирмы EPIGAR Optoelectonik GmbH, группа № 1 (20 шт.) в корпусе КТ-1-4.04 и группа № 2 (20 шт.) в корпусе КТ-1-7, длительность наработки 1400 часов. За время испытаний отказов не обнаружено. Исследования показали, что при ультразвуковой разварке контактных проволочек мощностью $W_1=0,3875$ Вт (группа № 1) и мощностью $W_2=0,5125$ Вт (группа № 2), энергия активации для соответствующих режимов была: $E_{a1}=0,52$ эВ и $E_{a2}=0,48$ эВ.

Из анализа условий испытаний и предположения, что случайная величина, распределена по закону χ^2 (хи-квадрат), были получены следующие оценки параметров надежности СИД с МТС: интенсивность отказов = $1,83 \cdot 10^{-6}$ 1/ч; средняя наработка до отказа = 546440 ч; приведенное полное время испытаний = 3200000 ч.

Так как интенсивность отказов за приведенное полное время испытаний $\approx 1,83 \cdot 10^{-6}$ 1/ч, поэтому выборка может считаться малой. Необходимо либо увеличить выборку, либо увеличить коэффициент ускорения форсированных испытаний. Следует отметить, что показатель интенсивности отказов может служить мерой малости информации, полученной при испытаниях.

Об особенностях формирования фототовета в структурах $\text{TiSi}_2\text{-Si}$

Новоселов А.М., Емельяненко Ю.С., Маркевич М.И.
Белорусский национальный технический университет

Исследованы фотоэлектрические свойства гетероструктуры Si/TiSi_2 [1,2] и предложена модель для описания вольтамперных характеристик (ВАХ) при освещении светом в области собственного поглощения.

Поскольку слой TiSi_2 является тонким (субмикронным), то в нем возникает большая напряженность электрического поля. Определено, что сопротивление слоя Si гораздо меньше последовательного сопротивления структуры в целом (~ 8 кОм), т.е. сопротивление структуры определяется слоем TiSi_2 . Данный слой является крайне неоднородным и поэтому, при освещении структуры со стороны этого слоя, излучение проникает на небольшую глубину (из-за рассеяния и поглощения на микронеоднородностях). Слой TiSi_2 ведет себя как фоторезистор со значительным коэффициентом усиления. При подаче прямого напряжения, результирующая напряженность поля и фототок в слое TiSi_2 будут линейно расти с напряжением, а сопротивление слоя падать. При увеличении прямого напряжения фототок будет насыщаться из-за существенного уменьшения времени пролета по сравнению с временем жизни фотоносителей, что приводит к сублинейности ВАХ. При росте напряжения слой TiSi_2 теряет свои фоторезистивные свойства, а фототок определяется световым потоком - ВАХ переходит из сублинейной в линейную, а структура будет иметь исходное сопротивление.

Модель позволила получить выражение для ВАХ структуры при освещении, которое хорошо согласуется с экспериментальными данными, полученными при освещении структуры монохроматическим лазерным излучением (He-Ne лазер). Для объяснения фотоотклика, связанного с генерацией носителей в слое Si , требуется провести дополнительные исследования.

1. Емельяненко, Ю.С. Формирование дисилицида титана в системе TiN/Ti/Si при быстрой термической обработке / Ю.С. Емельяненко, М.И. Маркевич, Е.Н. Щербакова, А.М. Чапланов // Известия НАН Беларуси. Сер. Физико-математическая. – 2011. – № 1. – С. 98-101.
2. Емельяненко, Ю.С. Исследование фотоэлектрических характеристик барьерных структур $\text{Al/TiSi}_2(\text{C49})\text{Si-p-типа/Si}$ / Ю.С. Емельяненко, В.В. Колос, А.М. Новоселов // Наука – образованию, производству, экономике: сб. материалов 8-й Междунар. научн.-техн. конф., секция «Физика», г. Минск, 15 апреля 2010 г. / под ред. Б.М. Хрусталева, Ф.А. Романюка, А.С. Калининченко. – Минск: БНТУ, 2010. – Т.3. – С.345.

Практическая направленность темы «Дифракционные оптические элементы» в изложении лекционного курса по разделу «Оптика»

Развин Ю.В., Малаховская В.Э., Новоселов А.М.
Белорусский национальный технический университет

Современные дифракционные оптические элементы представляют собой периодические или квазипериодические структуры, которые преобразуют падающее на них излучение за счет явления дифракции. Выделяют три типа дифракционных элементов: светоделительные, фокусирующие и корректирующие. В разделе «Оптика» рассматриваются теоретические основы функционирования подобных структур. В рамках волновой оптики изучается зонная пластинка Френеля, способность которой формировать изображение была изучена в 1875 г. В настоящем сообщении рассматриваются современные методы изготовления дифракционных элементов, причем особое внимание уделяется практическому применению данных элементов в различных оптических системах. Приводимые данные являются дополнением к основному учебному материалу.

Первые образцы дифракционных элементов формировались в фоточувствительной среде в результате интерференции двух или нескольких когерентных лучей, так называемый голографический метод. Применение данного метода ограничено вследствие низких эксплуатационных параметров получаемых дифракционных элементов. В настоящее время наиболее совершенным методом изготовления дифракционных оптических элементов является фотолитографический, позволяющий формировать рельефно-фазовые структуры в пределах тонкого слоя.

К светоделительным элементам относятся дифракционные решетки с порядками одинаковой интенсивности, которые не меняют кривизну волнового фронта падающей на них световой волны, изменяя только направление ее распространения. Фокусирующие дифракционные элементы характеризуются многофокусностью и достаточно большим хроматизмом. Однако эти особенности достаточно просто устраняются при работе с монохроматическим излучением и при изготовлении оптических сборок таких элементов. Корректирующие дифракционные элементы воздействуют на световую волну в области аберраций высших порядков. В работе рассмотрены примеры использования изучаемых элементов для оптического контроля и в системах оптической обработки информации. Проводится сравнение изучаемых элементов с их дифракционными аналогами.

Симметричные и асимметричные автоколебания в одномодовом газовом лазере

Свирина Л.П.

Белорусский национальный технический университет

В работе [1] показано, что в двухчастотном газовом лазере со слабо анизотропным резонатором, обладающим линейной фазовой анизотропией, возможны незатухающие периодические колебания (автоколебания) с различными свойствами симметрии, соответствующие симметричному S-циклу и асимметричному M-циклу. Траектория S-цикла в фазовом пространстве при преобразовании симметрии остается неизменной, а M-циклы всегда рождаются в паре и при преобразовании симметрии переходят друг в друга.

Отсутствие внешнего, зависящего от времени воздействия, S-цикл возникает при сопоставимых по величине анизотропии активной среды и анизотропии резонатора в результате бифуркации типа седло-узел.

В присутствии синусоидального продольного магнитного поля на активной среде лазера, при увеличении амплитуды модуляции, симметричный S-цикл, существующий внутри резонанса 1/1, в результате бифуркации типа вилки распадается на два асимметричных M-цикла. При этом имеет место нарушение поляризационной симметрии для периодических режимов генерации лазера. На рисунке 1 приведены фазовые проекции S-цикла (а) и M-циклов (б) при прохождении бифуркационной точки.

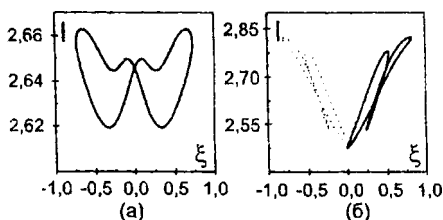


Рисунок 1 - Нарушение поляризационной симметрии для периодических режимов генерации: S-цикл (а) и пара M-циклов (б)

Как показано в [1], симметрия предельных циклов, описывающих нарушение симметрии для периодических режимов, аналогична симметрии акиральных (S-циклы) и киральных (M-циклы) биологических макромолекул, что создает предпосылки для применения лазерной динамики при изучении процессов эволюции в биологии.

Литература

1. Svirina, L.P. Symmetry Breaking Phenomena in Vector -Field Lasers // L.P. Svirina // Optical Memory & Neural Networks (Information Optics). 2011. - Vol. 20, № 1. - P. 76-83.

К рассмотрению свойств ферромагнетиков в курсе общей физики

Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

При рассмотрении ферромагнетиков в наиболее известных и доступных учебниках по общему курсу физики не приводятся важные свойства этого класса магнетиков.

Прежде всего, следует отметить анизотропию намагничивания монокристаллов, наличие направлений легкого, среднего и трудного намагничивания, которые оказываются различными для различных материалов. Например, для железа это соответственно направления $[100]$, $[110]$ и $[111]$.

Под гистерезисом в физике понимают отставание изменений физической величины, характеризующей внутреннее состояние тела от изменений физической величины, характеризующей внешнее воздействие. Для ферромагнетиков под гистерезисом понимают отставание изменений намагниченности (или магнитной индукции) от изменений напряженности магнитного поля. Физической причиной гистерезиса являются необратимые потери энергии на нагревание и возбуждение упругих волн при намагничивании.

Разделение ферромагнетиков на магнитно-мягкие и магнитно-твердые проводится на основе величины их коэрцитивной силы. Для первого типа величина коэрцитивной силы не превышает 800 А/м, для второго превышает это значение. Выбор коэрцитивной силы в качестве критерия связан с тем, что она изменяется в значительно более широком интервале (6 десятичных порядков), чем остаточная индукция (2 порядка).

При намагничивании ферромагнетиков на второй стадии проявляется эффект Баркгаузена. Он заключается в том, что намагниченность (или магнитная индукция) изменяются скачкообразно при непрерывном изменении напряженности магнитного поля. Эффект проявляется внешне в виде щелчков. Он обусловлен тем, что стенки доменов перемещаются не непрерывным образом, а скачкообразно. Плавному перемещению границ доменов препятствуют собственные дефекты структуры или инородные включения.

Формирование ферромагнитных доменов связано с взаимодействием электронов внутренней оболочки, ответственных за магнитные свойства, со свободными электронами.

Литература

1. Китель, Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Китель. - М.: Наука, 1978. - С. 543 – 597.

Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

Исследования электрических свойств контактных структур позволяет получить важную информацию об их свойствах. В работе проводилось сравнение параметров светодиодов простейшей структуры на основе р-п переходов и современных светодиодов.

Исследовались вольтамперные характеристики (ВАХ) различных типов диодных структур, а также зависимости емкости этих структур от внешнего напряжения при обратных и прямых смещениях. Измерения емкости проводились на частоте 1 МГц.

В целом прямые ВАХ светодиодов удовлетворительно описывались известным уравнением Шокли [1]. При напряжениях, близких к высоте потенциального барьера V_d , наблюдались более низкие значения величины тока, чем это следует из теоретической зависимости. Данный эффект связан с влиянием сопротивления, включенного последовательно с идеальным диодом. При более низких напряжениях проявлялась составляющая тока, связанная с параллельным сопротивлением [2].

Для диодов на основе р-п переходов хорошо выполнялась линейная зависимость квадрата обратной барьерной емкости C^{-2} от величины обратного смещения V , характерная для переходов с резким распределением примесей [1]. Из полученных результатов были определена величина V_d . Эта величина монотонно возрастала с уменьшением длины волны излучения и коррелировала с результатами измерений ВАХ. Она оказалась равной от 1,75 - 1,85 вольт для красных светодиодов до 2,7 - 2,8 вольт для зеленых, что согласуется с известными литературными данными [2]. Энергия излучаемого кванта света $h\nu$ пропорциональна величине V_d .

Для диодов второй группы отмеченная зависимость C^{-2} от V выполнялась лишь в некоторых случаях. При этом величина V_d оказалась заметно выше и не коррелировала с результатами, полученными из анализа ВАХ. Так, для одного из типов красных диодов она оказалась равной 3,1 вольта, а для зеленых - 0,9 вольта. Не наблюдалась и монотонная зависимость между V_d и $h\nu$.

Литература

1. Зи, С. Физика полупроводниковых приборов / С. Зи; пер. с англ. - М Мир, 1984. - Кн. 1. - 450 с.
2. Шуберт, Ф. Светодиоды / Ф. Шуберт; пер. с англ.; под ред А.Э. Юновича. - 2-е изд. - М.: Физматлит, 2008. - 496 с.

Тонкопленочный температурный сенсор

Хорунжий И.А.

Белорусский национальный технический университет

При проведении экспериментальных исследований часто возникает необходимость измерения температуры. При проведении исследований по оптимизации теплового радиатора для мощного полупроводникового прибора возникла необходимость измерения температуры на поверхности теплового радиатора. Сложность задачи состояла в том, что температура очень быстро изменяется от поверхности к более глубоким слоям, а на поверхность, на которой измерялась температура, устанавливалась нагревательная система. С учетом указанных обстоятельств температурные датчики должны были быть компактными и располагаться непосредственно

на поверхности радиатора. Было предложено следующее решение поставленной задачи. На поверхность радиатора, изготовленного из диэлектрического керамического материала напылялись миниатюрные температурные сенсоры, представляющие собой тонкопленочные металлические сопротивления к каждому из которых подведено по четыре контакта (см. Рис.1). Два контакта использовались для подключения источника постоянного

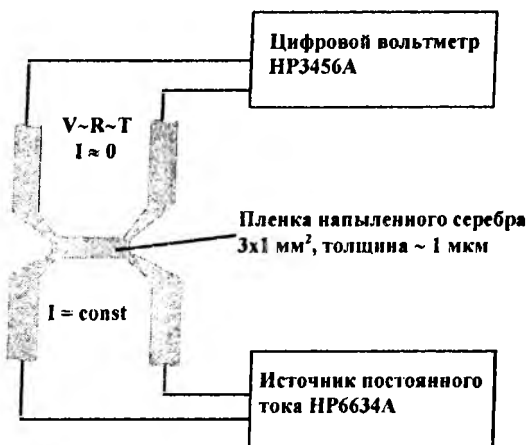


Рис. 1

постоянного тока, а два других – для подключения высокоточного цифрового вольтметра. При фиксированной силе тока напряжение на сопротивлении оказывается пропорционально сопротивлению проводника, которое, в свою очередь, линейно зависит от его температуры. Таким образом, измеряя напряжение, можно определять температуру. На поверхность радиатора было нанесено 9 тонкопленочных металлических сопротивлений, которые соединялись последовательно и через них пропускался постоянный ток. Подключая вольтметр к разным сопротивлениям можно было измерять температуру в разных точках поверхности радиатора.

Исследование спектров рамановского рассеяния для AlN керамик с различной теплопроводностью

Хорунжий И.А.

Белорусский национальный технический университет

Нитрид алюминия – прекрасный изолятор, обладает высокой теплопроводностью, сравнимой с теплопроводностью алюминия, и коэффициентом теплового линейного расширения почти таким же, как у кремния. Данные керамики находят все более широкое применение для изготовления корпусов процессоров, тепловых радиаторов и других конструктивных элементов микроселектронных изделий. Разные образцы керамик могут значительно отличаться по теплопроводности [1], поэтому имеется необходимость в методе, позволяющем быстро оценивать теплопроводность конкретного образца. В данной работе было проведено исследование спектров рамановского рассеяния для керамик из нитрида алюминия с различной теплопроводностью λ . Все записанные спектры содержат характерные для нитрида алюминия спектральные линии в диапазоне от 252 см^{-1} до 916 см^{-1}

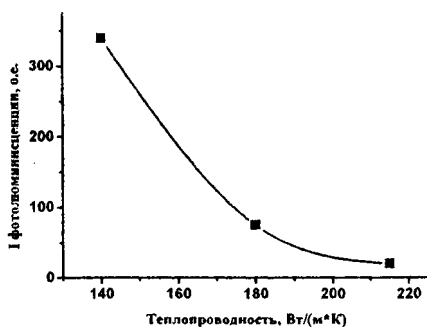


Рис. 1

см^{-1} [2]. В то же время, для керамик с $\lambda=140 \text{ Вт/(м·К)}$ в области от 2000 см^{-1} до 8000 см^{-1} наблюдается мощная фотолюминесценция, которая для образцов с $\lambda=180 \text{ Вт/(м·К)}$ заметно ослабевает, а для образцов с $\lambda=210 \text{ Вт/(м·К)}$ практически полностью исчезает. Т.о. обнаружена корреляция между интенсивностью фотолюминесценции в спектрах рамановского рассеяния в интервале от 2000 см^{-1} до 8000 см^{-1} и теплопроводностью

образцов. Полученные результаты представлены на Рис.1. Т.о. теплопроводность AlN керамик можно оценивать по уровню фотолюминесценции в области 2000 см^{-1} до 8000 см^{-1} в спектрах рамановского рассеяния.

Литература

- Jarrige, J., Lecompte, J.P., Mullot, J., Müller, G., Effect of Oxygen on the Thermal Conductivity of Aluminum Nitride Ceramics, Journal of the European Ceramic Society, 1997, 17, 1891-1895.
- McNeil, L.E., Grimsditch, M., French, R.H., Vibrational Spectroscopy of Aluminum Nitride, J. Am. Ceram. Soc., 1993, 76, 1132-1136.

Применение синтетических алмазов для создания дозиметров ионизирующих излучений

Казючич Н.М., Русецкий М.С., Наумчик Е.В., Мартинович В.А.
Белорусский государственный университет
Белорусский национальный технический университет

Алмаз обладает уникальными физическими и химическими свойствами, которые делают этот материал перспективным для дозиметрии ионизирующих излучений. Кристаллическая структура алмаза определяет его высокую радиационную стойкость, благодаря чему дозиметры могут длительное время работать в условиях повышенного радиационного фона.

Атомный номер углерода ($Z=6$) близок к эффективному атомному номеру человеческих мягких тканей ($Z=7,4$), что позволяет оценивать поглощенную дозу без соответствующей коррекции на природу материала прибора. Выпускаемые промышленным способом дозиметры на основе природного алмаза нашли свое применение в радиационной медицине.

Целью работы являлось создание экспериментального образца дозиметра γ -квантов на основе синтетического алмаза.

Были использованы кристаллы алмаза, выращенные на предприятии РУП «Адамас БГУ» методом высоких давлений и температур. Из кристаллов изготавливались пластинки толщиной 300 мкм, на которых формировались детекторные структуры путем имплантации ионами бора с последующим отжигом в вакууме при $T = 1400^\circ\text{C}$ и напылением $Ti+Au$ контактов.

Сравнение зависимостей ионизационного тока от времени и от мощности дозы γ -квантов ^{137}Cs для детектора из синтетического алмаза и для типичного детектора из природного алмаза типа II показало их хорошее соответствие. Исследуемый сигнал был достаточным по величине, стабильным во времени, а также линейно возрастал с ростом мощности дозы γ -квантов ^{137}Cs .

Зависимость ионизационного тока от мощности дозы γ -квантов для дозиметров из природного и синтетического сырья может быть описана эмпирическим выражением

$$i = i_0 + RD^\Delta, \quad (1)$$

где i – ток детектора, i_0 – ток детектора в отсутствие облучения (темновой ток), D – мощность дозы, R и Δ – подгоночные параметры.

Экспериментальные данные лучше всего описываются зависимостью (1) при значении коэффициента $\Delta = 1,011$ для природного алмаза и $\Delta = 0,978$ – для синтетического алмаза.

**Методика введения понятия «спин электрона»
в лекционном курсе физики**

Кудин В.И., Мартинович В.А.

Белорусский национальный технический университет

Спин (собственный механический момент) является фундаментальным свойством элементарных частиц в такой же мере как электрический заряд и масса. Исторически понятие спина электрона было введено в атомной физике для объяснения так называемой тонкой структуры линий спектров одновалентных атомов. Немецким физиком-теоретиком Паули была выдвинута гипотеза, согласно которой для описания квантовых состояний электрона формально необходимо ввести дополнительное квантовое число. Голландские физики Уленбек и Гаудсмит развили эту гипотезу, предложив наглядное представление о вращении электрона вокруг собственной оси. Это свойство электрона и других элементарных частиц на всех языках называется коротким английским словом «спин», что означает вращение, и обозначается буквой s .

Гипотеза вращающегося электрона не выдерживает критики со стороны классического рассмотрения, однако в силу своей наглядности эта модель используется в физике наподобие того, как используется представление об электронных орбитах в боровской модели атома.

Согласно квантовой механике механический момент спина выражается через квантовое число s формулой $L_s = \sqrt{s(s+1)} \hbar$, а проекция его на ось Z может принимать $2s+1$ различных значений. Но так как в данном случае необходимо объяснить при помощи этого квантового числа расщепление каждого уровня на два подуровня, то $2s+1=2$, так что $s=1/2$. Кроме механического момента электрон обладает также и магнитным моментом. Отношение орбитальных магнитного момента p_{mz} и механического момента L_z равно $e/2m$. При $L_z = 1 \cdot \hbar$ магнитный момент равен одному магнетону Бора $e\hbar/2m$. Вся совокупность экспериментальных фактов однозначно указывает на то, что собственный магнитный момент электрона равен магнетону Бора, так что для спина отношение магнитного момента p_s к механическому моменту L_s равно e/m . Это подтверждается опытами по магнито-механическим явлениям.

Таким образом, в лекционном курсе физики понятие спина электрона необходимо предварительно ввести уже при изложении темы «Магнитное поле в веществе». Разумеется, более полное квантово-механическое описание спина электрона дается в атомной физике.

Новые решения в модели с неупругим взаимодействием солитонов

Князев М.А.

Белорусский национальный технический университет

Упругий характер взаимодействия солитонов или солитоподобных объектов является одним из их наиболее характерных свойств. Однако в последнее время обнаружен ряд нелинейных моделей, в которых при определенных условиях взаимодействие между состояниями, описываемыми солитонами (или солитоподобными решениями), носит неупругий характер. В таких моделях один солитон может расщепляться на несколько, или наоборот, возможно возникновение нового солитонного состояния в результате взаимодействия нескольких отдельных солитонов. В этой связи поиск новых решений для такого рода моделей является весьма актуальной задачей.

В докладе рассматривается одна из таких моделей, а именно модель Шармы-Тассо-Олвера, которая в (1+1)-мерном случае описывается уравнением вида

$$u_t + \alpha(u^3)_x + \frac{3}{2}\alpha(u^2)_{xx} + \alpha u_{xxx} = 0,$$

где α - положительная константа. Используя масштабное преобразование независимых переменных вида

$$-2t/\alpha \rightarrow t, \quad 2x \rightarrow x$$

и последовательно применяя прямой метод Хироты решения нелинейных уравнений в частных производных, можно построить следующие решения типа одиночного кинка и антикинка для приведенного выше уравнения

$$u(x, t) = \frac{k}{4} \left[1 + \left(kx + \frac{k^3 t}{4} + \eta^0 / 2 \right) \right],$$

$$u(x, t) = -\frac{k}{4} \left[1 + \left(-kx - \frac{k^3 t}{4} + \eta^0 / 2 \right) \right].$$

Наносенсорика на основе плазмонных структур

Качан С.М.

Белорусский национальный технический университет

Локализованный поверхностный плазмонный резонанс (ППР), возникающий под действием световой волны как результат коллективных осцилляций свободных электронов вблизи поверхности наночастиц благородных металлов, служит эффективным инструментом для оптического детектирования локальных изменений окружающей среды. Малые изменения диэлектрических свойств среды, окружающей наночастицу, приводят к существенному изменению частоты когерентных электронных осцилляций и могут быть зарегистрированы в спектрах поглощения как сдвиг полосы ППР, возникающей вследствие резонансного поглощения энергии световой волны. В настоящее время плазмонные наноструктуры все более активно используются как материалы для химических и биологических сенсоров, в частности - для детектирования биомолекулярных взаимодействий вблизи наночастиц [1].

Изменение формы, размера и материала наночастиц приводит к изменению как частоты плазмонного резонанса, так и его чувствительности к свойствам окружающей среды, выражаемой в величине спектрального смещения ППР на единицу изменения показателя преломления.

Эффективным способом увеличения сенсорной способности плазмонных наночастиц является формирование на их основе пространственно организованных наноструктур, например, планарных плотноупакованных монослоев [2]. В данной работе проведен численный анализ сенсорной чувствительности плотноупакованных монослоев в широком диапазоне размеров и поверхностных концентраций металлических наносфер (серебро, золото, медь).

Исследовано влияние характера распада плазмонных возбуждений и электродинамических взаимодействий в монослое наночастиц на свойства ППР и возможности повышения эффективности исследуемых наноструктур как материалов для наносенсорики.

Литература

[1] Anker J.N., Hall W.P., Lyandres O., Shah N.C, Zhao J., Van Duyne R.P. "Biosensing with plasmonic nanosensors"// Nature Materials V.7 pp.442-453 (2008).

[2] Zamkovets A., Kachan S., Ponyavina A. "High sensing potential of self-assembled metal nanostructures"// Sensor Electronics and Microsystem Technologies V.4 pp.74-79 (2008).

Экстраординарное пропускание света плотноупакованным монослоем субмикронных металлических частиц

Качан С.М.¹, Понявина А.Н.²

¹Белорусский национальный технический университет

²Институт физики им. Б.И.Степанова НАН Беларуси

Явление экстраординарного пропускания (ЭП) света, открытое для перфорированных субмикронными отверстиями металлических пленок [1], становится предметом все более активных исследований и находит эффективное применение в области наносенсорики и оптоэлектроники. Суть явления ЭП заключается в резонансном увеличении интенсивности света, проходящего через перфорированные металлические пленки, что связано с возбуждением поверхностных плазмон-поляритонов.

Физическим аналогом такой дифракционной структуры можно считать монослой плотноупакованных субмикронных металлических частиц, характеризуемый субволновым масштабом неоднородностей (рис. 1). Возникновение поверхностных плазмонных мод на отдельных частицах и электродинамические эффекты в частично-упорядоченном монослое также могут приводить к формированию полосы ЭП в видимом диапазоне [2]. В максимуме полосы коэффициент пропускания T (80%, см. рис. 2) может в 19 раз *превышать* пропускную способность свободного от частиц пространства слоя.

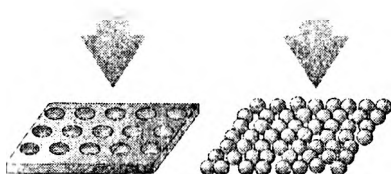


Рис.1 Планарные металлические структуры с субволновым масштабом неоднородности

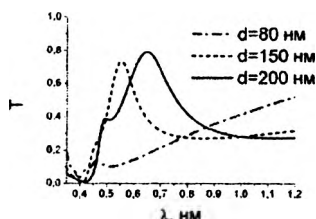


Рис.2 Спектры пропускания плотноупакованных монослоев серебряных частиц, отличающихся диаметром d

Мы исследовали механизмы многократного усиления пропускательной способности монослоя субмикронных частиц серебра разных размеров и поверхностных концентраций, и установили важную роль в формировании полосы ЭП поверхностных мод высших порядков и интерференционных эффектов с участием рассеянных волн.

[1] T.W. Ebbesen et al. // Nature V. 391, p. 667 (1998).

[2] A. Ponyavina, S. Kachan. «Plasmonic spectroscopy of densely packed and layered metallic nanostructures», Chapter in the book «Polarimetric Detection, Characterization, and Remote Sensing» Ed. By M.Mishchenko, Ya. Yatskiv, V.Rozenbush, G.Videen. Springer. – 2011. – P.383-408.

Исследование временной и соляризаационной стабильности характеристик ультрафиолетовых интерференционных фильтров

Атрашевский Ю.И.¹, Стельмах Г.Ф.²

¹Белорусский национальный технический университет

²Белорусский государственный университет

При исследовании озоносферы широко используются спутниковые методы контроля, среди которых наиболее эффективным представляется анализ спектральных распределений яркости освещенной Солнцем атмосферы в ультрафиолетовой области спектра. Для этого используются приборы на основе узкополосных интерференционных фильтров (ИФ) (одного или нескольких) с полушириной полосы пропускания от 2 до 10 нм и высококачественного ультрафиолетового фотодиода. Интерференционные фильтры обладают рядом несомненных преимуществ по сравнению с другими устройствами спектральной селекции оптических сигналов, и это делает перспективным их применение в озонотрии. Применение ИФ в озонотрии предъявляет к ним жесткие требования к величине пропускания в крыльях полосы пропускания фильтра. Для успешного применения ИФ с центром полосы пропускания в области 280 - 290 нм величина пропускания в интервале 300 - 450 нм должно составлять не более 0.002 - 0.001%.

Впервые измерения характеристик пропускания набора ультрафиолетовых ИФ изготовленных в ОКБ АКSIKON были проведены в 1994 году. Целью исследований явилась проверка возможности их использования в спутниковом озонотре, который, однако, в космос не полетел. Поэтому появилась возможность изучить временную и соляризаационную стабильность характеристик фильтров. На протяжении 1994-2011 гг. несколько раз были проведены измерения характеристик пропускания интерференционных фильтров на одной и той же установке по одной методике. При исследовании соляризаационной зависимости фильтр с длиной волны λ_{\max} 303,4 нм использовался в качестве контрольного.

Результаты измерений показали, что при облучении фильтров солнечным излучением их спектроскопические характеристики пропускания изменяются незначительно. Величины сдвигов максимума пропускания основной полосы сопоставимы со сдвигами вследствие временного фактора. Положение λ_{\max} основной полосы пропускания фильтров смещается в коротковолновую сторону на величину в пределах 0,1 -- 0,3 нм. Значения максимумов и величина пропускания полос в спектрах фонового пропускания у всех фильтров изменились незначительно.

Учебные задания, предлагаемые студентам вуза, при изучении опыта Резерфорда

Смурага Л.Н., Авсиевич Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Задание 1. Определить для выбранного материала фольги по известной формуле Резерфорда относительное число α — частиц $\frac{\Delta N}{N}$, рассеянных ядром под углом θ в пределах телесного угла $\Delta\Omega$ (сечение рассеяния) и построить нелинейную зависимость этого числа от угла θ .

Задание 2. Найти дифференциальное сечение рассеяния по формуле $\sigma^*(\theta) = \frac{\Delta N}{N \Delta\Omega}$, здесь $\Delta\Omega$ — телесный угол, под которым из начала координат видна площадка ΔS .

Задание 3. Найти эффективное сечение рассеивающего центра R .

Величина рассеивающего центра R соответствует прицельному расстоянию b , при котором угол рассеяния $\theta = 90^\circ$.

Задание 4. Нахождение эффективного сечения рассеяния в заданную полусферу $\sigma = \int_0^\pi d\sigma = \pi R^2$. Величина σ определяет площадь сечения, в которую должна попасть α частица, для того чтобы рассеяться на ядре атома. Диаметр такого сечения определяет “верхнюю” границу размера ядра атома.

Задание 5. Определить сечение захвата α — частицы рассеивающим центром (ядром атома), θ_{\min} — минимальный угол отклонения. При $\theta < \theta_{\min}$ — рассеяния не происходит. Выбор θ_{\min} определяет максимальное значение прицельного параметра b_{\max} , за пределами которого α — частицы не взаимодействуют. Рассеиваться будут все частицы, падающие на мишень в пределах пучка радиуса b_{\max} с центром в $b = 0$. Площадь этого круга определяет сечение рассеяния: $\sigma(\theta > \theta_{\min}) = \pi b_{\max}^2$.

Задание 6. Определить заряд ядра $q_{\text{ядра}}$, рассеивающего α — частицы.

Минимальное расстояние, на которое могут подходить частицы к ядру, можно определить по формуле: $r_{\min} = \frac{4\alpha \cdot 4\pi\epsilon_0}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot W_\alpha}$, отсюда можно выразить и подсчитать $q_{\text{ядра}}$, далее разделив его численное значение на заряд электрона можно получить порядковый номер химического элемента (материала фольги) в таблице Менделеева, здесь W_α — начальная кинетическая энергия α — частицы массой m_α , Дж.

Излучение плазмы в сжатом слое перед плоской преградой в торцевом холловском ускорителе

Аношко И.А., Ермаченко В.С., Сандригайло Л.Е.

Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси
Белорусский национальный технический университет

Сжатый слой плазмы перед плоской преградой создавался торможением плазменных потоков, движущихся с гиперзвуковыми скоростями в торцевом холловском ускорителе. Преграда в виде полого медного цилиндра диаметром 120 мм располагалась соосно с плазменным потоком на расстояниях 130 и 160 мм от среза сопла ускорителя.

По спектрам свечения компонентов плазмы сжатого слоя спектроскопическим методом были найдены радиальные распределения температуры T_e и концентрации электронов n_e . Полученные значения T_e и n_e наряду с экспериментальными данными по составу плазмы и давлению позволяют определить мощность излучения сжатого слоя.

Мощность излучения атомов найдена по температуре заселения их энергетических состояний, мощность излучения ионов – по электронной температуре, практически совпадающей с температурой заселения. В сжатом слое плазмы давление по сравнению с его значением в свободной струе резко увеличивается, достигая значений $(5-6) \cdot 10^4$ Па. По этой причине при расчетах мощности излучения необходим учет возможного поглощения в спектральных линиях, преимущественно в резонансных.

Оценка поглощения проведена нами по результатам расчета оптической плотности $k_0 l$, где l – толщина сжатого слоя, k_0 – коэффициент поглощения в центре линий. Значения k_0 определяются концентрацией поглощающих частиц, формой контуров и параметрами уширения спектральных линий. Основными компонентами исследуемой плазмы являются атомы и ионы азота. При проведении подсчетов принималось, что концентрация ионов азота равна концентрации электронов, найденной экспериментально.

В результате расчетов оптической плотности установлено, что излучение сжатого слоя в рассматриваемом случае является оптически прозрачным для всех спектральных атомов и ионов азота и нерезонансных линий атомов азота. Излучение резонансных линий атомов по проведенным оценкам полностью поглощается в сжатом слое, вследствие чего не вышлется за пределы исследуемой плазмы и идет, по-видимому, на ее нагрев. С ростом величины разрядного тока (от 2200 до 3000 А) и удаленности от среза сопла доля поглощения в сжатом слое увеличивается и составляет $12 \div 27\%$ от суммарного излучения плазмы.

Модульно-рейтинговая система обучения

Симонова-Лобанок М.П., Терех В.Г., Мисюченко В.М.*
Белорусский национальный технический университет
Международный государственный экологический университет
им. А.Д. Сахарова*

В настоящее время, одним из приоритетных направлений дальнейшего совершенствования системы высшего образования в Республике Беларусь является реализация стандартов высшего образования и соответствующих им инновационных образовательных систем.

Для внедрения новых форм требуется не только понимание поставленной задачи, но и знание способов ее решения: освоения и сопровождения. Сложность определяется тем, что не существует единой для всех, универсальной модели обучения. У каждого преподавателя она будет иметь свои особенности. Нами использованы две модульно-рейтинговые системы для дисциплин кафедры технической физики БНТУ и кафедры экологического мониторинга, менеджмента и аудита МГЭУ им. А.Д. Сахарова.

К основным видам модульных систем обучения относятся: модульная (блочно-модульная) система, модульно – рейтинговая система, кредитная система, комбинированные модульные системы.

Модульно – рейтинговая система обучения базируется на двух основных технологиях: модульной технологии обучения; рейтинговой технологии контроля процесса и результатов обучения.

Модульная система определяет модель изучения содержания учебной дисциплины, а рейтинговая – порядок и правила контроля и оценки.

Основные характеристики модульно-рейтинговой системы обучения: диагностическое целеполагание; деление образовательного процесса на дидактические единицы (блок, модуль); поэтапный контроль образовательного процесса; накопительная система оценок; применение в качестве оценок рейтинговых баллов с последующим их переводом в стандартную систему оценок;

Преимущество модульно-рейтинговой системы обучения:

- повышается объективность оценки учебных достижений студентов и качество их обучения;
- повышается мотивация студентов к изучению учебных дисциплин;
- создаются условия для объективного ранжирования студентов;
- создаются психолого-педагогические и дидактические условия для перехода к более высокому уровню обучения - кредитно-модульной системе.

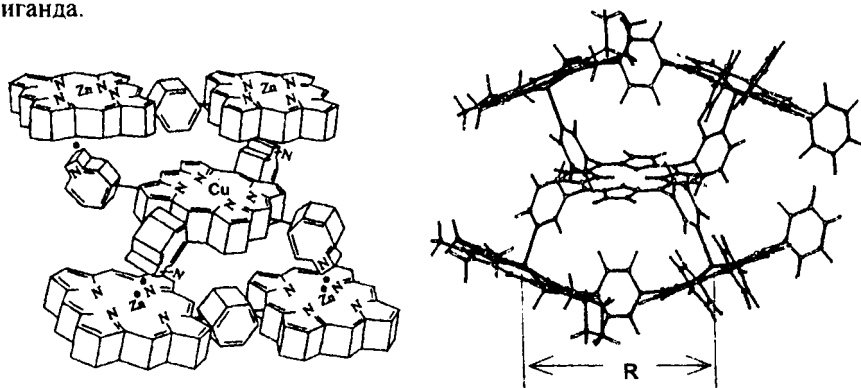
Структура и фотоника самоорганизованных наноразмерных мультипорфириновых комплексов

Сагун Е.И.¹, Кнюкшто В.Н.¹, Ивашин Н.В.¹, Зенькевич Э.И.²

¹Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси

²Белорусский национальный технический университет

Молекулы тетрапиррольных соединений, отличающиеся широким набором структурных свойств, химических и оптических свойств, перспективны при разработке новых светочувствительных материалов, элементной базы в молекулярной электронике и современных нанотехнологиях. В настоящем докладе представлены результаты по оптимизированной геометрии, структуре электронных состояний и фотофизике межхромофорных взаимодействий между компонентами самоорганизованных наноразмерных мультимолекулярных систем – пентад, включающих 5 тетрапиррольных макроциклов и основанных на двухточечном координационном взаимодействии 2 ковалентно-связанных димеров Zn-порфиринов (гомо- и гетеродимеры) с молекулами свободного основания или Cu-комплекса *тетраметапиридил-замещенного порфиринового экстралиганда*.



На основании экспериментальных данных и теоретических расчетов найдены вероятности направленного переноса энергии ($k^{ПЭ} \sim 10^{11} \text{ с}^{-1}$) и фотоиндуцированного переноса электрона ($k^{ФПЭЛ} \approx (1.8 \div 6.0) \times 10^9 \text{ с}^{-1}$, приводящего к формированию низколежащего состояния с переносом заряда). Обнаружено сильное влияние температуры растворителя на эффективность релаксационных процессов в исследуемых системах. Установлена роль низколежащего ПЗ-состояния и обменных d-π эффектов (Cu-содержащая пентада) в тушении свечения пентадных комплексов.

Квантово-размерные эффекты в нанокомпозитах «квантовая точка CdSe/ZnS – органический лиганд»

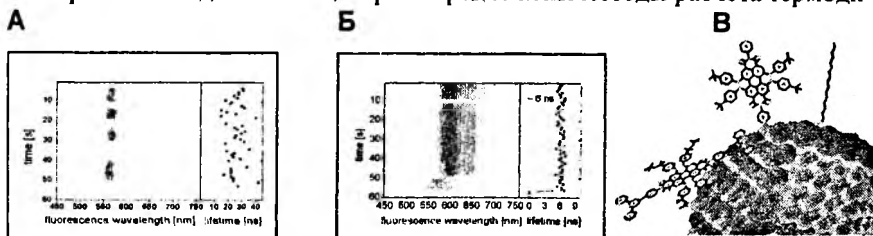
Зенькевич Э.И.¹, Сакевич Л.А.¹, Степанов М.А.¹,
Д. Коверко², К. фон Борцисковски²

¹Белорусский национальный технический университет

²Институт физики Технического университета Хемнитца, Германия

В последнее десятилетие гетерогенные нанокompозиты «квантовая точка CdSe/ZnS – функциональный органический лиганд» находят применение в нанотехнологиях, молекулярной электронике и биомедицине. Полупроводниковые квантовые точки (КТ) представляют объекты с квантовым ограничением, в которых движение носителей ограничено во всех трех измерениях. В результате, спектры поглощения и фотолюминесценции (ФЛ), а также окислительно-восстановительные свойства КТ проявляют зависимость от диаметра КТ. Кроме того, состояние поверхности КТ и интерфейсного слоя, а также температура определяют пути и механизмы релаксации экситонного возбуждения.

В докладе проводится анализ результатов по регистрации спектрально-кинетических параметров ФЛ индивидуальных квантовых точек CdSe/ZnS и отдельных нанокompозитов «КТ-молекулы бисимдов PBI» в режиме спектроскопии одиночных центров. Предложены методы расчета термоди-



намических параметров нанокompозитов (константы комплексования, энергии активации) и разработаны теоретические модели для описания особенностей и механизмов релаксационных процессов в исследуемых системах в условиях проявления квантово-размерных эффектов.

Обосновано, что не менее 80% из общего тушения ФЛ КТ в нанокompозитах PBI-CdSe/ZnS-(AM) обусловлено нерезонансными взаимодействиями, приводящими к формированию локальных поверхностных ловушечных состояний, расположенных в интерфейсном слое КТ и эффективно стабилизирующих заряд электроно-дырочной пары в условиях квантового ограничения.

**Организация учебно-исследовательской работы учащихся
в лицейских классах**

Корбан Н.Р., Соколова С.Н.

Лицей Белорусского национального технического университета

Лицеи являются учебными заведениями, призванными готовить техническую элиту нашего общества. Решая эту задачу нельзя ограничиться только углубленным изучением школьной программы. Наряду с прочными знаниями лицеистам необходимо прививать интерес и первичные навыки творческой исследовательской деятельности для чего необходимо организовать учебно-исследовательскую работу лицеистов. Организация такой работы имеет свои особенности. Для того чтобы исследовательская работа действительно увлекла, являлась стимулом для самостоятельной работы, углубленного изучения литературы, творческого поиска, она должна с одной стороны быть лицеистам по силам, а с другой – содержать элементы новизны, оригинальности и практической значимости. Подобрать тему научной работы, удовлетворяющую таким специфическим требованиям достаточно сложно, но реально. В качестве примера организации такой исследовательской работы можно привести разработку «Шаговый многоканальный гидропривод», выполненную учениками 10-го класса лицея БНТУ. Идея исследовательской работы возникла при решении задачи по механике жидкости. В ней рассматривалась система из трубы переменного сечения, закрытой двумя жестко соединенными поршнями, между которыми находится жидкость. Необычность задачи заключалась в неочевидности поведения поршней. Анализ решения выявил следующие особенности поведения системы: 1) при попытке сместить поршни возникает дополнительное давление внутри жидкости, которое прочно фиксирует положение поршней; 2) при изменении количества жидкости между поршнями происходит перемещение поршней на фиксированное расстояние вверх или вниз. Для экспериментальной проверки теоретических результатов была изготовлена опытная установка, измерения на которой подтвердили основные идеи, сформулированные при решении задачи. При анализе возможности практического применения такого устройства была предложена схема многоканального шагового гидравлического привода, позволяющего синхронно перемещать большое количество поршней на заданное расстояние.

Таким образом, в лицее БНТУ накоплен положительный опыт организации научно-исследовательской работы учащихся, который дает хорошие результаты в развитии творческой инициативы, самостоятельной работы и навыков исследовательской деятельности у лицеистов.

Использование проектных технологий при изучении физики

Корбан Н.Р., Соколова С.И.

Лицей Белорусского национального технического университета

В последние годы в практике общего образования всё больше внимания уделяется проектным технологиям. При этом обучаемые всесторонне разрабатывают проект решения важной научно-практической задачи, решая при этом возникающие проблемы и изучая необходимые для этого области знания.

Деятельность обучаемого при использовании проектных технологий является личностно-значимой и личностно формирующей по ряду причин: во-первых, проектная технология сориентирована на решение проблем реальной жизни; во-вторых, она ориентирует человека в его деятельности на осознанную постановку цели и достижение конкретного результата; в-третьих, работа над проектом, даже на этапе разработки – это длительная во времени работа; в-четвёртых, проектная работа носит, как правило, коллективный характер; в-пятых, большинство проектов требуют экономического обоснования с точки зрения перспектив реализации; в-шестых, удачные проекты могут быть профинансированы государственными структурами и спонсорами.

Систематизацию проектной деятельности можно провести на основе следующих типологических признаков: 1) доминирующая в проекте деятельность: исследовательская, поисковая, творческая, ролевая, прикладная и пр.; 2) предметно-содержательная область: монопроект (в рамках одной области знания) или межпредметный проект; 3) характер координации проекта: непосредственный (жесткий, гибкий), скрытый (неявный, имитирующий участника проекта); 4) характер контактов (среди участников одной школы, класса, города, региона, страны, разных стран мира); 5) количество участников проекта; 6) продолжительность выполнения проекта.

В качестве примера проектной деятельности можно привести проект «Физика рядом», который вот уже несколько лет предлагается ученикам 11-х классов лицея БНТУ при изучении темы «Интерференция и дифракция света». Этот проект долгосрочный, групповой, исследовательский. При его разработке учащиеся ищут примеры применения явлений интерференции и дифракции в современных технологиях и устройствах, изучают принципиальные возможности и пути повышения технических и потребительских свойств уже известных приборов. В процессе такой работы лучше и глубже усваиваются сложные для понимания разделы волновой и квантовой оптики. Таким образом, проектные технологии дают дополнительные возможности для повышения качества обучения.

Компьютерная модель для формирования случайных процессов с заданными статистическими характеристиками

Гриднев Ю.В., Пальцев В.А., Мельник А.И.
Физико-технический институт НАН Беларуси

Минский государственный Высший авиационный колледж

Доклад посвящен проблемам формирования случайных процессов с заданными статистическими характеристиками при использовании компьютерной модели на базе программы MATLAB-SIMULINK.

При решении многих задач статистической физики и статистической радиотехники возникает проблема формирования случайных процессов с заранее известными статистическими характеристиками. В статистической физики мы постоянно встречаемся с макроскопическими телами, поведения которых подчиняются статистическим закономерностям. В радиотехнике для преобразования случайных сигналов необходимо знание таких статистических характеристик исходных случайных процессов как математическое ожидание, корреляционная функция, энергетический спектр.

Наиболее простым и менее затратным способом при решении данных задач является создание компьютерной модели в программе MATLAB-SIMULINK.

Данная модель включает исходные источники случайных процессов типа «белый» шум, «гаусовый» шум и другие, а также линейные и дискретные формирующие фильтры. Генератор «белого» шума является генератором абсолютно случайного процесса с корреляционной дельта функцией, который формирует энергетический спектр равномерным в полосе пропускания исследуемого устройства. Такой «белый» шум характеризуется тем, что его значения в любые два сколь мало угодно близких момента времени некоррелированы. Прохождение «белого» шума через линейный фильтр с известной импульсной характеристикой приводит к его «окрашиванию», т.е. к формированию нового случайного процесса с новой корреляционной функцией и новым энергетическим спектром, которые определяются преобразованием Фурье от импульсной характеристики фильтра.

Подбирая различные комбинации линейных фильтров с различными параметрами импульсной характеристики можно получить требуемый случайных процесс на выходе фильтра с заданными характеристиками. Например, пропускание «белого» шума через апериодический фильтр с постоянной времени T приводит к ограничению низкочастотного энергетического спектра шума на частоте $1/T$ что, позволяет определить случайный процесс с временем корреляции T .

Компьютерная модель для анализа прохождения «окрашенных» случайных процессов через линейные и нелинейные системы

Гриднев Ю.В., Пальцев В.А., Мельник А.И.
Физико-технический институт НАН Беларуси

Минский государственный Высший авиационный колледж

В радиотехнических системах суммарные детерминированные сигналы и случайные «окрашенные» процессы после предварительной линейной фильтрации подвергаются нелинейному преобразованию в ограничителях, дискриминаторах и других устройствах.

Задача изучения прохождения детерминированных и случайных сигналов через нелинейные системы состоит в нахождении статистических характеристик выходных сигналов по известным характеристикам входных сигналов и нелинейных систем. Полученные стохастические дифференциальные уравнения таких случайных процессов имеют решения лишь в некоторых простейших случаях, что исключает исследование процессов для реальных нелинейных систем.

Предлагаемая компьютерная модель в программе MATLAB-SIMULINK позволяет путем моделирования исследовать прохождение детерминированных и случайных «окрашенных» сигналов через линейные и нелинейные системы любого порядка. В модели формируется несколько видов исходных случайных процессов и детерминированных сигналов. В простейшем случае модель позволяет анализировать процесс прохождения раздельно случайного или детерминированного сигналов, а также совместное прохождение этих сигналов при различном отношении сигнал/шум. По входным и выходным корреляционным функциям и энергетическим характеристикам возможно оценить только приближенно количественные изменения параметров случайных законов распределения на выходе инерционной нелинейной системы.

Имеется большое число работ, в которых изложены некоторые общие подходы к исследованию нелинейных систем, однако серьезные трудности математического характера не дают возможности создать общую теорию прохождения детерминированных сигналов и случайных процессов через нелинейные системы. Разработанная компьютерная модель позволяет путем моделирования решить вышеизложенные проблемы.

Сравнительный анализ полученных результатов с аналитическими приближенными решениями показывают достоинства компьютерного моделирования как по точности, так и по быстродействию решения поставленных задач.

Применение специализированных устройств-адаптеров в учебно-тренировочном процессе подготовки стрелков-биатлонистов

Полякова Т.Д., Zubовский Д.К., Корбит М.И., Тихонова Е.Л.,
Новиков А.Е., Петраковский В.В.

Белорусский государственный университет физической культуры
Белорусский национальный технический университет

На основе теории управления вегетативными и двигательными компонентами деятельности [1], а также работ финских исследователей [2], с помощью разработанных индивидуальных устройств-адаптеров для спортсменов-стрелков и биатлонистов, разрабатывается технология повышения эффективности тренировочного и соревновательного процесса.

В работе использованы магнитный (МА) и аудио- (АА) адаптеры. МА выполнен в виде двух мультиэлементных индукторов магнитного поля (МП), закрепленных каждый в отдельном бандеже для крепления на нижние конечности. В МА используется низкочастотное амплитудно-частотномодулированное МП. АА выполнен в виде оптического датчика ЧСС, с которого в наушники передается сигнал сердечного ритма.

Проведенные исследования на биатлонистах различной квалификации (КМС и I разряд) при стрельбе из положения «стоя» на компьютерном стрелковом тренажере «СКАТТ» (без повышенной физической нагрузки), с применением МА и АА в течение 10 тренировочных дней, свидетельствуют о положительной динамике изменения практически всех параметров и значительном улучшении результатов стрельбы (см. таблицу).

Этапы исследования	Параметры стрельбы						
	Σ	Σ_1	R	10a0	L	Пр.	T
До применения МА	53,7	57,2	5,4	2,6	300,7	2,1	3,7
После применения МА	67,5	70,9	6,8	1,9	289,7	1,0	2,6
Разница	13,8	13,7	1,4	-0,7	11	-1,1	-1,1

Σ – результат стрельбы (очки); Σ_1 – результат стрельбы с десятыми долями очка; R – средний результат выстрела с десятыми долями; 10a0 – относительная устойчивость оружия (средней точки прицеливания) внутри десятки, (%); L – средняя длина траектории прицеливания за 1 с до выстрела (мм); Пр. – количество промахов; T – среднее время прицеливания (с).

1. Полякова, Т.Д. Психофизиологический подход к организации действий стрелка / Т.Д.Полякова, О.Е.Ковалева // Информационно-аналитический бюллетень по актуальным проблемам физической культуры и спорта. вып. № 9. Стрелковый спорт. – изд-во БГУФК: Минск, 2010. – С.24–44.

2. Метс, Т. Определение момента для нажатия на спусковой крючок и сердечный цикл неквалифицированных стрелков / Т. Метс // там же – вып. № 9. Стрелковый спорт. – изд-во БГУФК: Минск, 2010. – С.44–62.

Технология извлечения углеводородов из нерастворимых осадков и нефтяных АСПО

Дроботов В.И., Новиков А.Е., Петраковский В.В.

ОАО «Полоцктранснефть Дружба»

Белорусский национальный технический университет

В работе показана возможность утилизации асфальтосмолопарафинистых отложений (АСПО), нефтяных отходов предприятий нефтекомплекса, образующихся при эксплуатации резервуаров хранения нефти, технологического оборудования и линейной части трубопроводов, путем извлечения из них углеводородных компонентов. Физико-химические свойства АСПО (например, донные осадки, характеризуются высокими значениями плотности, вязкости, влажности, содержания парафинов и зольности) обуславливают необходимость, в ходе утилизации, перевода их в низковязкие эмульсии, и использования последующего гравитационного разделения на фазы. После проведенного цикла лабораторных исследований, была предложена комбинированная методика утилизации сильновязких АСПО из донных осадков, путем перевода АСПО в водонефтяную эмульсию в разработанной экспериментальной установке — механическом диспергаторе, с применением низкомолекулярных растворителей (продукты пиролиза нефти, ароматические углеводороды), позволяющих интенсифицировать процесс химического растворения АСПО. Разработанная и изготовленная экспериментальная установка была испытана в производственных условиях в холодное и теплое время года.

В результате проведенных испытаний из высокопарафинистых осадков, образовавшихся при эксплуатации резервуаров для хранения нефти (в том числе накопившихся в фильтрах), а также извлеченных при очистке линейной части трубопровода, было получено около 500 л жидких нефтеводных эмульсий. Таким образом, в результате применения предложенной технологии из АСПО получается низковязкий гомогенный нефтепродукт, пригодный для дальнейшего хозяйственного использования, водная компонента, пригодная для дальнейшего использования при работе экспериментальной установки и минеральная компонента в виде легко утилизируемого осадка. Разработанная установка легко транспортируется, что позволяет применять ее в различных местах, где необходимо утилизировать небольшие количества АСПО (например, при утилизации аварийных нефтяных загрязнений). С другой стороны, технологический процесс легко масштабируется, что позволяет, в случае необходимости, наращивать производительность для утилизации значительного количества нефтяных осадков, имеющихся в нефтехранилищах и линейной части трубопроводов.

Сверхизлучение газового лазера на ионах Ar II

Мальцев А.Г., Мальцев И.А.

Белорусский национальный технический университет

Газовые лазеры на ионах аргона являются самыми мощными источниками непрерывного лазерного излучения в видимом и ультрафиолетовом диапазонах оптического спектра.

Разрядный канал лазера на ионах Ar II в поперечном сечении был изготовлен в виде щели высотой 6 мм, шириной 42 мм. Активная длина разрядного канала составляла 800 мм.

Четырехзеркальный плосковогнутый устойчивый резонатор формировал двенадцатикратную зигзагообразную траекторию генерируемого луча в инверсной среде щелеобразного разрядного канала.

Зигзагообразная траектория генерируемого луча дала возможность увеличить длину инверсной среды – L до 9,6 м. Коэффициент усиления инверсной среды щелеобразного канала – $k_{0l} \approx 0.009 \text{ см}^{-1}$ оказался достаточной величиной для реализации условия сверхизлучения: $k_{0l}L \geq 1$.

При сверхизлучении интенсивность усиления генерируемого луча в одном направлении должна быть в десять раз больше интенсивности усиления в противоположном направлении.

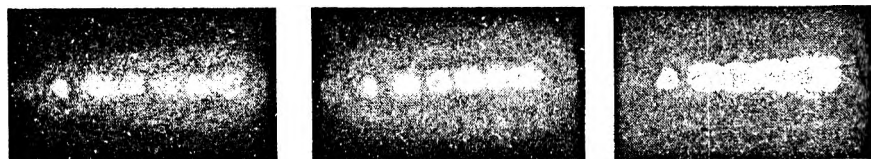


Рис.1. Фотографии проекций точек отражения генерируемого луча при разных значениях тока разряда.

Напротив плотного сферического зеркала, на экран, проектировались шесть течек отражения генерируемого луча от плотного зеркала. На рис.1 представлены фотографии проекций при разных значениях плотности разрядного тока. На этих фотографиях видно, как от прохода к проходу с увеличением пройденного пути в инверсной среде происходит четкое увеличение интенсивности генерируемого луча с явным преимуществом в одну сторону. На третьей фотографии видно, что при максимальном значении плотности тока мощность луча в шестой точке отражения, соответствующей 12 проходу, более чем в 10 раз больше мощности луча в первой точке отражения, соответствующей первому проходу.

Таким образом, экспериментально реализован режим сверхизлучения в газовом лазере на ионах Ar II.

Электронные таблицы для построения графиков и обработки результатов лабораторных работ по оптике и атомной физике

Безручко А.Н., Ждановский А.И., Блинков Г.Н., Блинкова Н.Г.
Белорусский национальный технический университет

При изучении третьей части физики в лабораторном практикуме кафедры «Техническая физика» БНТУ студенты проводят различные измерения, на основании которых рассчитывают в соответствии с заданием конкретной работы значения искомым величин. В настоящей работе разработаны следующие электронные таблицы:

- для определения радиуса кривизны линзы по значениям диаметров полос равной толщины – колец Ньютона;
- для определения показателя преломления материала призмы по углу наименьшего отклонения лучей и построения графика зависимости показателя преломления от длины волны света;
- для определения удельного вращения и концентрации раствора сахара в воде с помощью полутеневого поляриметра;
- для определения действительного значения температуры и интегрального коэффициента излучения нагретого тела с помощью оптического пирометра с исчезающей нитью;
- для градуировки монохроматора и расчета угловой и линейной дисперсий и построения графиков;
- для изучения сериальных закономерностей в спектре атома водорода, расчета постоянной Ридберга, энергии ионизации атома водорода, построения градуировочного графика по спектру излучения ртутной лампы;
- для расчета угла дифракции и длины волны излучения оптического квантового генератора;
- для проведения анализа состояния поляризации, расчета степени поляризации, построения графика зависимости интенсивности излучения, прошедшего через анализатор от угла поворота анализатора;
- для построения графиков зависимостей ширины центрального дифракционного максимума от размеров отверстия, на котором происходит дифракция света, и от длины волны при изучении явлений дифракции, а также графиков зависимостей периода интерференционных полос от длины волны и от расстояния между отверстиями в классическом опыте Юнга.

Внедренные в учебный процесс разработки позволяют интенсифицировать обучение студентов и повысить его качество.

Аспекты изучения оптических квантовых генераторов

Блинков Г.Н., Блинкова Н.Г., Султанова И.К.
Белорусский национальный технический университет

Изучение вопросов, связанных с физикой, принципами действия, свойствами оптических квантовых усилителей и генераторов, вызывает определенные трудности у студентов, несмотря на достаточное количество учебников и специальной литературы. Разнообразие созданных к настоящему времени оптических квантовых генераторов (ОКГ) вызывает затруднения при их классификации. Перед началом изучения ОКГ вводятся понятия оптических и неоптических, разрешенных и запрещенных переходов, процессов заселения и расселения состояний и скоростей этих процессов.

Далее определяются населенность, время жизни состояний, метастабильные состояния, вырождение уровней и инверсная заселенность. Затем символически рассматриваются процессы, связанные с переходами из одного состояния в другое: спонтанный переход, поглощение излучения, стимулированное излучение, формулируется гипотеза, определяются коэффициенты Эйнштейна. Подчеркивается, что стимулированное, вынужденное или индуцированное излучение составляет физическую основу работы ОКГ, и расшифровывается аббревиатура слов «лазер» и «мазер». Следующий аспект изучения ОКГ – это рассмотрение их с точки зрения общности определения как устройств, наличия функционально общих конструктивных элементов, совпадения основных свойств.

Обращается внимание, что все ОКГ преобразуют различные виды энергии в энергию когерентного электромагнитного излучения, что во всех устройствах есть активная среда, источник энергии, обратная связь, резонатор, что излучение всех ОКГ отличают высокая степень монохроматичности, пространственной и временной когерентности, малая угловая расходимость. Что касается мощности излучения ОКГ, степени поляризации, режимов работы, то объясняется, что существуют как маломощные (01 мВт), так и очень мощные (МВт) ОКГ, испускающие, как неполяризованное, так и почти со стопроцентной степенью поляризации излучение, работающие как в непрерывном, так и в импульсном, и в квазинепрерывном режимах. Классификация ОКГ может быть проведена по способам накачки, по особенностям активной среды, однако наиболее оптимальным является объединение ОКГ в группы по совокупности признаков.

Особенности применения ОКГ даются с учетом будущих специальностей изучающих эту тему.

Компьютерная механика

О применении в теории упругости операторов высших порядков кратности два и более

Акимов В.А.

Белорусский национальный технический университет

В работе [1] дано обоснование о применимости операторов, содержащих в числителе операторы бесконечно высокого порядка в квадрате. Они имеют вид

$$D_{11} = \frac{sh^2 \pi d_x}{(1 + d_x^2/k^2)^2} \quad \text{и} \quad D_{12} = \frac{sh^2 \pi d_x}{1 + d_x^2/k^2},$$

где $d_x = d/dx$.

Применение этих операторов позволяет производить разложение функций в тригонометрические ряды специального вида который заключается в том, что на ряду с функцией $\cos x$ присутствует слагаемое $x \sin x$, а на ряду с функцией $\sin x$ присутствует слагаемое $x \cos x$ [1].

В работе [2] при решении конкретной прикладной задачи на кручение был использован оператор вида

$$D = D_1 \cdot D_2,$$

где $D_1 = \frac{l_1 d_x sh l_1 d_x}{1 + d_x^2/\gamma_n^2}$, $D_2 = \frac{l_2 d_x sh l_2 d_x}{1 + d_x^2/\delta_n^2}$, $d_x = d/dx$.

Применение этого оператора позволило решение задачи о кручении брусьев с сечением, составленным из прямоугольников, впервые получить в аналитической форме, удобной для исследования характерных особенностей напряженно-деформированного состояния исследуемых строительных конструкций при проведении инженерных расчётов.

Естественно предположить о возможности применения бесконечно высоких операторов третьего и т.д. порядков. Это позволит получить новые, неизвестные пока науке соотношения и решить ряд важных прикладных задач в замкнутом виде.

Литература

1. Акимов, В.А. О разложении функций в тригонометрические ряды специального вида// Материалы четвертой международной научно-технической конференции. Том 2. Минск 2006. С. 316-318.
2. Акимов, В.А. Операторный метод определения напряжений при кручении брусьев сечением, составленным из прямоугольников //Строительство/ К 80 - легию БГПА. №1, Минск 2000, с. 53-63.

Операторный метод задач теории упругости как абстрактное обобщение общих решений типа Папковича и Градского

Акимов В.А.

Белорусский национальный технический университет

Классические уравнения изотропной пространственной задачи теории упругости в форме уравнений Ламе имеют вид

$$\nabla U_i^2 + (\gamma - 1)\partial_i \Theta = 0, \quad i = 1, 2, 3 \quad (1)$$

Где $U_1 = U$, $U_2 = V$, $U_3 = W$; $\partial_1 = \partial/\partial x$, $\partial_2 = \partial/\partial y$, $\partial_3 = \partial/\partial z$; $\Theta = \partial_1 U + \partial_2 V + \partial_3 W$.

Полагая в операторном методе решения [1] $\sin(z\Delta) * f(x, y) = F_i$ и $A = h\Delta \text{ctg}(h\Delta)$, получим

$$\begin{cases} U_i = \partial_i [\gamma F_i + (\gamma - 1)(zF'_{iz} - AF_i)] \\ V_i = \partial_2 [\gamma F_i + (\gamma - 1)(zF'_{iz} - AF_i)] \\ W_i = \partial_3 [-\gamma F_i + (\gamma - 1)(zF'_{iz} - AF_i)] \end{cases} \quad (1)$$

Придавая i последовательно значения 1, 2, 3 и осуществляя циклическую замену переменных $\partial_1, \partial_2, \partial_3$ и x, y, z на основании (1), получим три таких системы соотношений. Затем сложим и, введя обозначения $\psi_0 = F_1 + F_2 + F_3$, $F'_{iz} = -\psi_3$, $F'_{2y} = -\psi_2$, $F'_{3x} = -\psi_1$ (штрихи здесь означают производные по указанным в нижних индексах переменным), запишем $\psi = x\psi_1 + y\psi_2 + z\psi_3$, окончательно запишем

$$\begin{aligned} (1 - 2\nu)U &= 2(1 - \nu)\psi_1 - \frac{1}{2}\partial_1\psi + B_1\psi_0, & (1 - 2\nu)V &= 2(1 - \nu)\psi_2 - \frac{1}{2}\partial_2\psi + B_2\psi_0, \\ (1 - 2\nu)W &= 2(1 - \nu)\psi_3 - \frac{1}{2}\partial_3\psi + B_3\psi_0. \end{aligned}$$

Здесь $B_i = \partial_i(1 - \frac{A}{2})$, $i = 1, 2, 3$ - операторные коэффициенты.

Итак, полученное решение совпадает с решением Папковича и Градского с точностью до дополнительной гармонической функции ψ_0 . С учетом того обстоятельства, что до сегодняшнего дня не закрыт вопрос о количестве гармонических функций входящих в решение, данный результат представляет несомненный интерес.

Литература

1. Акимов, В.А. Операторный метод решения задач теории упругости: Монография. - Минск: УП «Технопринт», 2003. - 101с.

Операторный подход к решению дифференциальных уравнений термоупругости

Гончарова С.В.

Белорусский национальный технический университет

В предыдущих работах были получены решения дифференциальных уравнений термоупругости посредством введения четырёх разрешающих функций φ_i и ψ , которые удовлетворяют уравнениям вида:

$$\square_2^2 \square_1^2 \square_3^2 - m\eta \partial_t \nabla^2 \varphi_i + X_1 / (c_1^2 \rho) = 0, \quad i = 1, 2, 3, \quad (1)$$

$$[\square_1^2 \square_3^2 - m\eta \partial_t \nabla^2] \psi + Q\mu / (\chi c_1^2 \rho) = 0.$$

Здесь $c_1^2 = (\lambda + 2\mu) / \rho$ - квадрат скорости продольной волны, ρ - плотность материала, λ и μ - коэффициенты Ламе; $m = \gamma / (\lambda + 2\mu)$, $\gamma = (3\lambda + 2\mu)\alpha_1$, α_1 - коэффициент линейного термического расширения; $\chi = \lambda_0 / c_\xi$, $\eta = \gamma T_0 / \lambda_0$, $Q = W / \lambda_0$, T_0 - температура, при которой тело находится в естественном состоянии, λ_0 - коэффициент теплопроводности, c_ξ - удельная теплоёмкость при постоянной деформации, W - количество тепла, производимого в единице объема тела за единицу времени; X_i - компоненты массовых сил; $\nabla^2 = \partial_1^2 + \partial_2^2 + \partial_3^2$; $\square_1^2 = \nabla^2 - (1/c_1^2)\partial_t^2$ - продольный даламбериан, $\square_2^2 = \nabla^2 - (1/c_2^2)\partial_t^2$ - поперечный даламбериан, $\square_3^2 = \nabla^2 - (1/\chi)\partial_t$, $\partial_1 = \partial / \partial x$, $\partial_2 = \partial / \partial y$, $\partial_3 = \partial / \partial z$, $\partial_t = \partial / \partial t$. В каждом из этих уравнений фигурирует по одной неизвестной функции. Решение уравнений (1) будет состоять из трёх членов: частного интеграла φ_i^* , неоднородного уравнения (1) и общих интегралов φ_i^0 и φ_i^{00} , уравнений $\square_2^2 \varphi_i^0 = 0$, $(\square_1^2 \square_3^2 - m\eta \partial_t \nabla^2) \varphi_i^{00} = 0$. Функция φ_i^0 удовлетворяет простому волновому уравнению, а функция φ_i^{00} - сложному волновому уравнению, соответствующему продольной волне. Предложено представить φ_i^{00} в виде: $\varphi_i^{00} = A \sin(t\nabla) * \alpha(x, y, z) + B \cos(t\nabla) * \beta(x, y, z)$. Тогда сложное волновое уравнение будет удовлетворяться тождественно при условии, что $\alpha(x, y, z)$ и $\beta(x, y, z)$ являются бигармоническими функциями, удовлетворяющие уравнению $\nabla^2 \nabla^2 \alpha = 0$ и $\nabla^2 \nabla^2 \beta = 0$.

Подбор операторов для построения общих решений движения анизотропных тел

Гончарова С.В.

Белорусский национальный технический университет

Для анизотропных тел с единых позиций применим тот же операторный подход, что и ранее для температурной задачи. Представим дифференциальные уравнения движения в виде

$$L_{ij}(u_j) = 0.$$

Здесь введены обозначения, которые для удобства запишем в виде таблицы, составленной из операторов:

	u_1	u_2	u_3
I	\square_1^2	$a\partial_1\partial_2$	$b\partial_1\partial_3$
II	$a\partial_2\partial_1$	\square_2^2	$c\partial_2\partial_3$
III	$b\partial_3\partial_1$	$c\partial_3\partial_2$	\square_3^2

$$L_{11} = \square_1^2 = A_{11}\partial_1^2 + A_{66}\partial_2^2 + A_{44}\partial_3^2 - \rho\partial_t^2, \quad L_{12} = (A_{11} - A_{66})\partial_1\partial_2 = a\partial_1\partial_2,$$

$$L_{13} = (A_{13} + A_{44})\partial_1\partial_3 = b\partial_1\partial_3, \quad L_{21} = a\partial_2\partial_1,$$

$$L_{22} = \square_2^2 = A_{66}\partial_1^2 + A_{11}\partial_2^2 + A_{44}\partial_3^2 - \rho\partial_t^2, \quad L_{23} = (A_{13} + A_{44})\partial_2\partial_3 = c\partial_2\partial_3,$$

$$L_{31} = b\partial_3\partial_1, \quad L_{32} = c\partial_3\partial_2, \quad L_{22} = \square_2^2 = A_{66}\partial_1^2 + A_{11}\partial_2^2 + A_{44}\partial_3^2 - \rho\partial_t^2,$$

$$L_{33} = \square_3^2 = A_{44}\partial_1^2 + A_{44}\partial_2^2 + A_{33}\partial_3^2 - \rho\partial_t^2, \quad \partial_1 = \partial/\partial x, \quad \partial_2 = \partial/\partial y, \quad \partial_3 = \partial/\partial z, \\ \partial_t = \partial/\partial t.$$

Введем три функции, связанные с перемещениями следующим образом:

$$u_1 = \begin{vmatrix} x_1 L_{12} L_{13} \\ x_2 L_{22} L_{23} \\ x_3 L_{32} L_{33} \end{vmatrix}, \quad u_2 = \begin{vmatrix} L_{11} x_1 L_{13} \\ L_{21} x_2 L_{23} \\ L_{31} x_3 L_{33} \end{vmatrix}, \quad u_3 = \begin{vmatrix} L_{11} L_{12} x_1 \\ L_{21} L_{22} x_2 \\ L_{31} L_{32} x_3 \end{vmatrix}.$$

Далее следует найти эти определители, рассматривая эти операторы, как числа.

Так, например, перемещение U_1 будет иметь вид

$$u_1 = \begin{vmatrix} L_{22} L_{23} \\ L_{32} L_{33} \end{vmatrix} x_1 - \begin{vmatrix} L_{12} L_{13} \\ L_{32} L_{33} \end{vmatrix} x_2 + \begin{vmatrix} L_{12} L_{13} \\ L_{22} L_{23} \end{vmatrix} x_3.$$

Аналогично по правилам теории определителей находятся перемещения u_2 и u_3 .

Изучение потери устойчивости системы «кость-имплантат» с учетом первоначальной кривизны

Куриленко А.В.

Белорусский национальный технический университет

Рассматриваем задачу изгиба кости, которая имеет первоначальную малую кривизну и находится в плоскости ее искривления. Обозначим через v – перемещение сечения, а через u – перемещение по касательной в направлении положительного отсчета s . С целью упрощения дифференциального уравнения, пренебрегаем влиянием продольных усилий и учитываем лишь одни деформации изгиба, поскольку в большинстве случаев это не вносит существенной погрешности. Это допущение приводит к соотношению $u' = v$, где штрихом обозначена производная по угловой координате дуги стержня. При $\rho = R = \text{const}$ $\gamma \leq \varphi \leq \gamma$, т. е. для стержня, изогнутого по дуге круга можно записать для прогибов следующее дифференциальное уравнение:

$$\frac{d^6 u}{d\varphi^6} + 2 \frac{d^4 u}{d\varphi^4} + \frac{d^2 u}{d\varphi^2} - p = 0. \quad (1)$$

Решение данного уравнения можно представить в виде: $u = u_4 + u_n$, где

$$u_r = \frac{1}{2} p \varphi^2 + C_1 + C_3 \cos \varphi + C_5 (\varphi \sin \varphi + 2 \cos \varphi), \quad (2)$$

$$u_n = p \varphi + C_2 \varphi + C_4 \sin \varphi + C_6 (\varphi \cos \varphi - 2 \sin \varphi).$$

Шестой порядок уравнения соответствует шести граничным условиям на обоих концах стержня. В нашем случае эти условия имеют вид

$$u|_{\varphi=\pm\gamma} = u'|_{\varphi=\pm\gamma} = u''|_{\varphi=\pm\gamma} = 0. \quad (3)$$

На основании (2) и (3) получаем следующую систему уравнений для нахождения неизвестных коэффициентов $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$:

$$\begin{cases} C_1 + C_3 \cos \gamma + C_5 (\gamma \sin \gamma + 2 \cos \gamma) = -\frac{1}{2} p \gamma^2 \\ -C_3 \sin \gamma + C_5 (\gamma \cos \gamma - \sin \gamma) = -p \gamma \\ C_3 \sin \gamma + C_5 (\gamma \cos \gamma + \sin \gamma) = 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} C_2 \gamma + C_4 \sin \gamma + C_6 (\gamma \cos \gamma - 2 \sin \gamma) = -p \gamma \\ C_2 + C_4 \cos \gamma - C_6 (\gamma \sin \gamma + \cos \gamma) = -p \\ C_4 \cos \gamma - C_6 (\gamma \sin \gamma - \cos \gamma) = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Определив эти коэффициенты из системы уравнений (4) и (5), получим окончательное решение исходной задачи.

Моделирование разрушения костного композита армированного коллагеновыми волокнами

Куриленко А.В.

Белорусский национальный технический университет

Кость является основным материалом опорно-двигательного аппарата. В компактной костной ткани половину объема составляет неорганический материал, минеральное вещество кости - гидроксилapatит. Это вещество представлено в форме микроскопических кристалликов. Другая часть объема состоит из органического материала, главным образом коллагена (высокомолекулярное соединение, волокнистый белок, обладающий большой эластичностью). Способность кости к упругой деформации реализуется за счет минерального вещества, а ползучесть - за счет коллагена. Кость является армированным композиционным материалом [1].

При армировании дискретными волокнами передача нагрузки осуществляется в основном по граничным поверхностям матрицы и волокна. Важными факторами при этом являются характеристики граничных поверхностей матрицы и дисперсной фазы, отношение диаметра к его длине, отношение модулей упругости волокна и матрицы.

Производим расчет в соответствии с моделью Кокса [2], которая полагает, что тонкое волокно длиной l заключено в упругой матрице, а соединение волокна с матрицей является идеальным. При создании напряжений в волокне, действующих в осевом направлении, деформации на границах раздела матрицы и волокна являются одинаковыми. Максимальное напряжение волокна в продольном направлении $\sigma_{f \max}$ при $x = l/2$ определяется по формуле

$$\sigma_{f \max} = (E_f - E_m) \left(1 - \operatorname{sch} \frac{\beta l}{2} \right) \varepsilon, \quad \varepsilon = \frac{\sigma_c}{E_m},$$

где E_f и E_m - модули упругости первого рода соответственно для волокна и матрицы,

σ_c - разрушающее напряжение для композита,

β - коэффициент, зависящий от расположения волокна.

Литература

1. Дубровский, В.И., Федорова, В.Н. Биомеханика: учебник для вузов – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2008.- стр. 217-218.
2. Фудзии, Т., Дзако, М. Механика разрушения композиционных материалов: Пер. с японск. – М.: Мир, 1982.- стр.120-121.

Активизация самостоятельной работы студентов по теоретической механике с помощью печатных пособий

Богинская Т.Ф., Глубокая Э.Э.

Белорусский национальный технический университет

Под самостоятельной работой студентов (СРС) в высшей школе понимается та учебная деятельность, которая протекает под руководством преподавателя и рассматривается как средство повышения эффективности всего учебного процесса. Ее функции: усвоение знаний, расширение и обогащение знаний, выработка умений и навыков самостоятельной работы, формирование и развитие творческого мышления.

Овладение методами теоретической механики связано как с изучением основ теории, так и с приобретением навыков применения ее к решению типовых задач и для выполнения инженерных расчетов.

Эффективность СРС обеспечивается соблюдением следующих условий:

а) наличием прямых и обратных связей; б) непрерывностью необходимой информации об условиях работы студентов; в) разработкой методических пособий для СРС.

Активность студентов и степень усвоения учебного материала во многом зависит от того, какие формы работы и методы обучения используются на занятиях. Методические пособия для СРС должны удовлетворять следующим положениям: а) в пособии должен быть дан тот конкретный лекционный материал, который необходим для изучения конкретной темы; б) большую часть теоретического материала необходимо дополнять простыми задачами; в) знакомить студентов с основной и дополнительной литературой, которая может быть полезна для изучения данной темы; г) иметь дидактические материалы для опроса теории и опросные карточки для оценки знаний.

При работе над методическими пособиями мы поставили перед собой ряд задач методического характера: а) помочь студентам в их самостоятельной работе с учебником; б) с помощью правильно подобранных примеров и задач приучить студента контролировать свои знания и привить способность пользоваться полученными знаниями.

Составленный сборник тематических заданий, а также скомплектованные на его основе варианты контрольных работ по основным разделам теоретической механики могут быть использованы не только для проверки знаний, но и в качестве дидактических материалов для закрепления знаний. Умелым подбором задач и вопросов, включением их в методические пособия можно добиться полного овладения учебным материалом.

Проблемы дифференцированного подхода к студентам в процессе обучения

Богинская Т.Ф., Глубокая Э.Э.

Белорусский национальный технический университет

Дифференцированный подход в обучении предполагает использование индивидуальных способностей обучаемых, чтобы процесс обучения проходил в оптимальном режиме для каждого студента. Цель дифференцированного подхода – создать такие условия на занятиях, чтобы активизировать мыслительную деятельность студентов. С целью успешной работы необходимо изучить контингент студентов, т. к. он неоднороден и обычные формы проведения практических занятий будут малоэффективными. Для применения дифференцированного подхода целесообразно разделить группу на несколько подгрупп. На практических занятиях сочетать индивидуальную и групповую работу студентов, увеличивая время на самостоятельную работу по учебным карточкам различного уровня сложности.

Сущность дифференцированного подхода заключается в целенаправленной и управляемой деятельности, которая обуславливает и стимулирует развитие активности и самостоятельности в процессе обучения каждого студента. Система дифференцированных заданий – это совокупность различных по сложности заданий, предназначенных для самостоятельного выполнения студентами, обладающими различными умственными возможностями. Эта система должна включать следующие задания: необходимые для изучения нового материала, для закрепления знаний и для проверки и оценки знаний. На кафедре подготовлены такие опросные карточки по различным темам статики и кинематики дисциплины «Теоретическая механика».

При работе выполнялись следующие этапы: а) выявление слабых и сильных сторон каждого студента: для этого были проанализированы суммы баллов по математике и физике в аттестате и при тестировании, а также результат первой контрольной работы по теоретической механике; б) дифференцированный подход к организации практических занятий; в) дифференциация домашних заданий.

Методически можно рекомендовать следующие пути дифференцированного подхода к обучению: а) студентам с более быстрым темпом работы давать на практических занятиях большее количество задач; б) шире применять систему карточек с заданиями различной сложности; в) изменять содержание опросных карточек; г) при контроле знаний желательно всем студентам давать одинаковые задания, но включать в эти задания вопросы, проверяющие различный уровень знаний.

Глубокий В.И.

Белорусский национальный технический университет

Оценка новой инновационной продукции по техническому уровню включает: определение номенклатуры показателей необходимых для оценки; формирование группы аналогов и установление значений их показателей; выделение базовых образцов из группы аналогов; сопоставление оцениваемого образца с базовыми образцами. Номенклатура показателей для оценки технического уровня должна обеспечивать сопоставимость всех аналогов и оцениваемого оборудования. Совершенствование технологического оборудования может оцениваться повышением производительности, надежности, мощности и ресурсосбережения. Кроме оценочных показателей номенклатура включает классификационные показатели, как назначение, технологические возможности, область применения оборудования, его геометрические, кинематические и силовые параметры, наличие дополнительных устройств и свойств и др.

Расчет технического уровня инновационности может производиться по следующим классификационным показателям инновационного и базового оборудования: а) габаритные размеры: B_1 и B_0 – ширина; L_1 и L_0 – длина; H_1 и H_0 – высота; б) мощность и производительность: N_1 и N_0 – мощность. Q_1 и Q_0 – производительность; в) трудоемкость обслуживания: T_1 и T_0 – зона обслуживания. Габаритные размеры имеют значение для размещения нового оборудования на производственных площадях, мощность и производительность позволяют определить степень прогрессивности инновационного оборудования и зона обслуживания позволяет более точно определить число работников для обслуживания нового оборудования. Количество показателей для оценки уровня инновационности зависит от вида оборудования и суть оценки заключается в отыскании положительных и отрицательных отклонений инновационного от базового оборудования.

Степень инновационности оборудования рассчитывается по формуле

$$z = |z_1| + |z_2| + |z_3| + \dots + |z_n|,$$

где η – общая степени инновационности; η_n – степень совершенства по отдельным классификационным показателям: η_1 – по габаритам; η_2 – по мощности и производительности; η_3 – по трудоемкости обслуживания:

$$z_1 = \sum \left(\left| 1 - \frac{B_1}{B_0} \right| + \left| 1 - \frac{L_1}{L_0} \right| + \left| 1 - \frac{H_1}{H_0} \right| \right);$$

$$z_2 = \sum \left(\left| \frac{N_1}{N_0} - 1 \right| + \left| \frac{Q_1}{Q_0} - 1 \right| \right); \quad z_3 = \sum \left(\left| \frac{T_1}{T_0} - 1 \right| \right).$$

Технический уровень инновационного технологического оборудования

Глубокий В.И.

Белорусский национальный технический университет

Степень воплощения в инновационном оборудовании научно-технических знаний рассматривается как технический уровень, а если еще более экономичным способом – то, как технико-экономический уровень. Для потребителя технико-экономический уровень представляется как компромисс между выгодой, получаемой от этого уровня, и затратами на приобретение оборудования, а для производителя – как компромисс между отпускной ценой на оборудование с определенным уровнем совершенства и затратами на его обеспечение.

Технический уровень проектируемого инновационного оборудования оценивается уровнем положительного эффекта от эксплуатации нового изделия. Для оценки технического уровня технологического оборудования применяется дифференцированный подход с учетом производственных операций, выполняемых оборудованием, и возможностей его применения. Технические инновации имеют относительную оценку на основе сравнения оборудования с лучшими техническими возможностями и предназначенного для реализации аналогичных производственных функций. При проектировании нового технологического оборудования должна разрабатываться методика оценки технического уровня инновационности.

Совершенство оборудования осуществляется с применения автоматизированных систем исследований и проектирования. При этом появляется возможность отрабатывать и оптимизировать варианты конструкций и технологий изготовления на компьютерах. Повышение технического уровня инновационного технологического оборудования обеспечивается внедрением ресурсосберегающей техники с высокой производительностью, единой мощностью, надежностью и экономичностью, как в производстве, так и в эксплуатации. Технический уровень инновационного технологического оборудования контролируется на стадиях его разработки, производства и эксплуатации, что позволяет проводить анализ возможных вариантов конструкций на стадии научных и конструкторских проработок. При этом должно уделяться приоритетное внимание: а) созданию производительного оборудования, способного по своим характеристикам поддерживать необходимый уровень продукции; б) оснащению оборудования микропроцессорными устройствами управления, контроля, диагностики и регулирования работы; в) критериям надежности, которые обеспечивают стабильность параметров технологических процессов.

Устойчивость стержней под действием силы тяжести

Тульев В.Д., Мышковец М.В.

Белорусский национальный технический университет

В различных отраслях промышленного производства находят применение изделия, для которых очень важным является фактор устойчивости под действием прилагаемой нагрузки. Характеры распределения внешних сил могут значительно отличаться. Однако во многих случаях нельзя не учитывать собственный вес такого изделия, а особенно для различного рода несущих колонн, устойчивость которых может зависеть от собственного веса.

Влияние собственного веса на устойчивость рассмотрим на примере вертикально расположенного стержня, один конец которого зашпелен, а на другой действует сосредоточенная сила F . Силу тяжести, приходящуюся на единицу длины стержня, обозначим через p . Тогда сила тяжести выделенного элемента длины dx будет равна pdx .

Применим вариационное уравнение для определения работы внутренних сил при переходе от одной искривленной формы к другой:

$$\delta A = M\delta \left(\frac{dv}{dx} \right) \Big|_0^l + \int_0^l \frac{d}{dx} \left(EI \frac{d^2 v}{dx^2} \right) \frac{d}{dx} (\delta v) dx. \quad (1)$$

Работу внешних сил определим из выражения:

$$\delta W = \int_0^l (F + R_{l-x}) \frac{dv}{dx} \frac{d}{dx} (\delta v) dx. \quad (2)$$

Учитывая, что полная работа равна сумме работ внешних и внутренних сил, получим следующее уравнение:

$$M\delta \left(\frac{dv}{dx} \right) \Big|_0^l + \int_0^l \left[\frac{d}{dx} \left(EI \frac{d^2 v}{dx^2} \right) + (F + R_{l-x}) \frac{dv}{dx} \right] \frac{d}{dx} (\delta v) dx = 0. \quad (3)$$

Рассматривая лишь влияние собственного веса стержня, получим выражение для определения критической длины:

$$l_{\text{крит.}} = \sqrt[3]{\frac{2EI\pi^4}{4p(\pi^2 - 4)}}. \quad (4)$$

Используя уравнение (4) определим критическую длину сплошного круглого стержня для некоторых материалов в зависимости от радиуса. Результаты приведены в таблице.

	Сталь			Железо			Кирпич		
r (см)	0,5	1,0	2,0	0,5	1,0	2,0	0,5	1,0	2,0
Критическая длина, см	480	740	1200	380	600	880	400	620	940

Особенности организации профессионально-направленной адаптации студентов технических вузов

Беляева Г.И., Беляев Г.Я.

Белорусский национальный технический университет

Проблеме профессионально-направленной адаптации студентов посвящено много работ. Работ же, посвященных особенностям протекания этого процесса у студентов технических вузов, чрезвычайно мало.

Большинство абитуриентов технических вузов имеют лишь общее представление об инженерной деятельности. Успехи инженерной науки, обеспечивающей развитие производства, производственную, военную, экологическую и продовольственную безопасность государства, известны не в таком объеме, как достижения представителей творческих профессий (актеров, музыкантов, художников, журналистов и др.).

В качестве специфики деятельности будущих инженеров технических специальностей необходимо выделить следующие аспекты инженерной деятельности: сложность современного технологического оборудования, основанного на широком применении станков с числовым программным управлением, гибких производственных модулей, гибких автоматизированных производств, сложных агрегатных станков и автоматических линий; повсеместное внедрение в технологические процессы контрольно-управляющей аппаратуры, аудио- и видеотехники, средств автоматизации и механизации производства; широкое внедрение в производство новейших достижений науки и техники, причем сроки внедрения последних резко сокращаются; все увеличивающийся поток научно-технической информации, чему способствует широкое внедрение Internet-технологий; применение новейших технологических процессов, например, 3D-технологий, основанных на последних достижениях естественных наук; внедрение в производство новых методов расчета технологических конструкций, новых конструкционных и инструментальных материалов со специфическими физико-механическими и эксплуатационными свойствами и т.д.

Уже на первом курсе студентам приходится овладевать различными видами учебной деятельности (лекционным материалом, работая с первоисточниками, готовиться к лабораторным, практическим и семинарским занятиям), участвовать в общественной жизни, научной работе. Процесс адаптации усложняется еще и тем, что на первых курсах изучаются в основном общеобразовательные и общеинженерные дисциплины, знание которых обычно мало связывается студентами со своими будущими профессиональными функциями. В этот период знания о специальности весьма поверхностны и почти не пополняются, что приводит к снижению интереса к профессии.

Химия и химические технологии

**Методика изложения темы «Коллоидные системы»
в лекционном курсе химии**

Бурак Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Цель лекции – формирование качественных профессиональных знаний и развитие логического мышления у студентов при изложении темы «Коллоидные системы». Коллоидная химия играет важную роль в современном научно-техническом прогрессе. Коллоидная химия рассматривает процессы образования и разрушения дисперсных систем, а также их характерные свойства, связанные с поверхностными явлениями. Поэтому в лекции рассматриваются поверхностные явления (основные характеристики и сорбционные процессы), физико-химия дисперсных систем (характеристика дисперсных систем, коллоидные системы и их механические, оптические и молекулярно-кинетические свойства).

Без коллоидно-химических процессов невозможны многие технологические операции. Одним из наиболее перспективных направлений применения достижений коллоидной химии в машиностроении является область нанотехнологий. Так, получены водоотталкивающие покрытия на основе оксида кремния. Частицы оксида кремния имеют высокую удельную поверхность, что позволяет при высыхании коллоидного раствора образовывать сплошной слой SiO_2 . На предприятиях машиностроительной промышленности образуются маслосодержащие стоки. Это отработанные СОЖ и моющие растворы, содержащие эмульгаторы. Мицелла эмульсола, представляющая собой коллоидную систему, ориентирована в сторону масляной глобулы, а полярная часть – в сторону дисперсионной среды. Катионы щелочного металла Na^+ , которые в результате диссоциации отделились от остатка органической кислоты, образуют диффузный слой противоионов. Таким образом, на поверхности масляных глобул образуется двойной электрический слой. Эмульсол как коллоидная система устойчив при наличии некоторого избытка масла. Для очистки отработанных СОЖ применяют методы: реагентные (обработка солями, кислотами, коагулянтами и флокулянтами) и физико-химические (электрокоагуляция, ультрафильтрация).

Весьма эффективно применение в машиностроении магнитных материалов. Магнитные жидкости представляют собой дисперсные коллоидные системы, состоящие из дисперсионной среды (вода, керосин, масла, различные синтетические жидкости и т. д.) с ПАВ и дисперсной фазы - ферриты, железо, никель, кобальт с размерами несколько микрон.

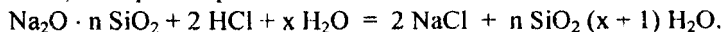
Получение наночастиц коллоидного оксида кремния

Бурак Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из современных методов получения нанодисперсного оксида кремния является метод, основанный на золь-гель технологии. Известны способы получения оксида кремния углекислотным, солянокислотным, хлоркальциевым и сернокислотным осаждением. Все эти методы имеют недостатки и требуют усовершенствования, особенно учитывая требования агрегативной устойчивости золя.

Целью данного исследования явилось получение устойчивого золя оксида кремния из жидкого стекла. Золь оксида кремния получен действием на разбавленное натриевое жидкое стекло ($\text{Na}_2\text{O}:\text{SiO}_2 = 2,5$, $\text{pH} = 12$) хлороводородной кислоты:



Зависимость скорости гелеобразования от pH раствора имеет сложный характер. Подкисление раствора силиката натрия проведено до $\text{pH} = 8$. На первой стадии золь-гель процесса реакции гидролиза и поликонденсации приводят к образованию коллоидного раствора - золя частиц гидроксидов, размер которых не превышает несколько десятков нм. Полученный золь выдерживали в течение 24 час для роста частиц и затем раствор подкисляли до $\text{pH} = 4$. Это приводило к интенсивному образованию контактов между частицами и образованию монолитного геля, в котором молекулы растворителя заключены в гибкую, но достаточно устойчивую трехмерную сетку, сформированную частицами гидроксидов. Для стабилизации частиц полученный золь затем подщелачивался до $\text{pH} = 8$.

Установлено, что золь обладает агрегативной устойчивостью. Турбидиметрическим методом определен размер полученных частиц SiO_2 ($r = 300 \text{ нм}$). Золи характеризуются высокой удельной поверхностью и доля частиц, взаимодействующих с водой увеличивается. Структура золя создает дополнительный структурный элемент в смеси. Этот элемент со временем взаимодействует с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и переходит в гидросиликат кальция H-O-Ca-O-Si-O-H , способствуя сокращению числа пор.

Полученный золь использовался для модификации цементного теста. В вяжущее ПЦ 500-ДО добавлялся водный раствор наноразмерного золя оксида кремния с пластифицирующей добавкой «Полипласт СП-1». Тем не менее об особенностях воздействия коллоидного оксида кремния на твердение цементного камня, можно говорить после более длительных сроков твердения.

Глушонок Г.К.

Белорусский национальный технический университет

В связи с малыми размерами наночастиц для их наблюдения и исследования требуется сложное дорогостоящее оборудование, что затрудняет возможности проведения лабораторного практикума по нанохимии. Однако, кое-что можно сделать и на простом оборудовании, используя оптические методы исследования коллоидной химии.

Цель работы: экспериментальное определение размеров частиц высокодисперсной серы и наблюдение увеличения размеров частиц коллоидной серы в водном растворе в процессе разрушения её истинного щелочного раствора. Частицы серы генерируются сильным разбавлением (в 10000 раз) щелочного раствора элементной серы в воде. Если размер (диаметр) частиц составляет от 1/10 до 1/3 длины световой волны и показателя преломления частиц и среды не сильно различаются для описания светорассеяния в системе можно воспользоваться эмпирическим уравнением Геллера

$$D = k\lambda^{-n}, \quad (1)$$

где k – константа, не зависящая от длины волны.

Зависимости $\lg D$ от $\lg \lambda$ в соответствии с уравнением представляют собой прямую линию, тангенс угла наклона которой равен показателю степени n с минусом. Значение показателя степени n в этом уравнении зависит от соотношения между размером частицы и длиной волны падающего света, характеризуемого параметром Z :

$$Z = 8\pi r/\lambda, \quad (2)$$

Показатель степени n в уравнении (2) находят на основе турбидиметрических данных. Для этого экспериментально измеряют оптическую плотность системы при различных длинах волн (в достаточно узком интервале λ) и строят график в координатах $\lg D - \lg \lambda$. Показатель n определяют по тангенсу угла наклона полученной прямой. По значению n находят соответствующее значение Z (по таблице или графику), а затем по формуле (2) рассчитывают средний радиус частиц исследуемой дисперсной системы, подставляя в качестве λ величины равную

$$\lambda = (\lambda_{\min} + \lambda_{\max})/2,$$

где λ_{\min} и λ_{\max} - длины волн начала и конца интервала.

Оптическую плотность золь определяют с помощью прибора ФЭК-56М. Найденное значение r соответствует среднему радиусу частиц.

Наблюдения за r во времени позволяют видеть укрупнение частиц с выходом к насыщению в районе 250 нм.

Глушонок Г.К.

Белорусский национальный технический университет

Одна из самых обсуждаемых тем в строительном секторе во всем мире - перспективы использования нанотехнологий в строительной индустрии. Среди уже применяемых нанотехнологий в строительстве можно привести использование нанокремниевых частиц в цементе. Но практически неизвестно как такие добавки сказываются на здоровье и безопасности рабочих. Кремниевый порошок представляет собой крайне мелкую пудру, которая пропитывает все окружающие предметы, въедается в одежду рабочих, подвергая риску их здоровье.

Более безопасная сфера расширения применения наноматериалов в строительстве - использование растворов. Разработкой пропиточных композиций строительных материалов занимаются давно, используя для этой цели различные композиции, в том числе и на основе расплава серы. Новым направлением применения серы в качестве пропиточной композиции являются ее водные растворы.

Высокая проникающая способность композиции и размер молекулы пропитывающего состава (менее 0,5 нм) обеспечивают при пропитке заполнение пор радиусом от 1 до 10^4 нм. Предполагается, что в поровом пространстве в процессе высушивания бетонных изделий образуются наноразмерные частицы серы, заполняющие его. Следует отметить простоту и доступность технологии обработки изделий водным раствором серы.

Нами были получены водные растворы серы (9-20%), которые устойчивы и могут длительно храниться в закрытой таре. Полученные растворы были исследованы в качестве кольматирующей жидкости для антикоррозионной защиты бетона. Жидкость наносилась на образцы в несколько слоев, а один образец пропитывался методом погружения в течение 4 ч. Высыхание образцов происходило в течение 48 ч. в естественных условиях, после чего образцы подвергались испытаниям на водопоглощение и прочность при сжатии.

Полученные результаты испытаний показали, что увеличения прочности образцов не происходит, однако, для образца, полученного пропиткой погружением наблюдается снижение водопоглощения на 40%. Это позволяет рекомендовать водный раствор серы в качестве пропиточной композиции для объемной пропитки строительных конструкций из бетона.

Особенности преподавания раздела «Электролиз» для студентов приборостроительного факультета

Евсеева Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Химия входит в число общеобразовательных естественнонаучных дисциплин, изучаемых студентами на I курсе. В техническом вузе преподавание данной дисциплины должно обеспечить достаточную теоретическую базу, позволяющую в дальнейшем ориентироваться в частных вопросах, возникающих при прохождении специальных курсов. Поэтому некоторые разделы химии необходимо рассматривать в концепции межпредметной интеграции, осуществление которой происходит путем иллюстрирования теоретических положений на примерах тех объектов, с которыми студенты данной специальности будут в дальнейшем иметь дело. Студенты приборостроительного факультета в цикле общепрофессиональных и специальных дисциплин изучают технологию приборостроения, физико-химические процессы технологии материалов и компонентов электронной техники, в которых рассматривается комплекс вопросов, касающихся изготовления, способов электрохимической и химико-термической обработки деталей. Поэтому раздел «Электролиз» должен включать дополнительную информацию, касающуюся специальных, прикладных областей электрохимии. Важнейшей областью применения данных вопросов является гальванотехника, которая объединяет два направления: гальваностегию и гальванопластику. Так как к качеству покрытий и сцеплению их с поверхностью изделия предъявляются высокие требования, то в этих условиях важное значение приобретает предварительная обработка поверхности, включающая операции травления и декапирования. К электрохимическим процессам относят полирование, которое широко применяется в технологии изготовления полупроводниковых приборов.

При чтении лекций по разделу необходимо также обращать внимание на область электрохимии, занимающуюся проблемами использования электрохимических ячеек в качестве элементов различных электронных схем. Данное направление называется хемотроникой и предполагает создание выпрямителей и электрохимических преобразователей электрических сигналов. Подбор лекционного материала при компоновке каждого из разделов курса химии должен производиться исходя из его значимости в общей программе подготовки инженеров различного профиля и являться одновременно базовым и связующим звеном в изучении общепрофессиональных дисциплин.

Евсеева Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Наночастицы обладают повышенной поверхностной энергией, неупорядоченной структурой, и поэтому проявляют большую активность в различных физико-химических процессах. Нанодисперсный гидроксид алюминия широко используется как связующее для производства высокопрочной огнеупорной керамики, при производстве катализаторов, в качестве упрочняющего жаростойкого покрытия для высокотемпературных керамических печей и керамических форм.

Технологические решения получения частиц нанометрового диапазона разделяют на диспергирующие – измельчение обычных порошков и конденсатные – формирование частиц из отдельных атомов, как правило, в ходе фазовых превращений. Менее энергоемким способом получения порошков высокой дисперсности является метод химического осаждения, включающий две основные стадии: образование кристаллических зародышей и их дальнейший рост. Общим условием формирования высокодисперсных осадков, получаемых из раствора, является сочетание высокой скорости образования зародышей с малой скоростью их роста. Данным методом был получен гидроксид алюминия, для которого исходными материалами служили растворы $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, а в качестве осадителя – раствор KOH . Продукты реакции использовались в составе воды затворения цементно-песчаных композиций. Содержание гидроксида алюминия рассчитывалось исходя из процентного соотношения к массе цементного вяжущего. Определялась прочность при сжатии образцов-кубиков в возрасте одних, трех и семи суток. Как показали исследования, максимальный предел прочности при сжатии в суточном возрасте имеют образцы, содержащие 0,1% и 0,5% гидроксида алюминия, полученного на основе $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, и образцы, содержащие 0,1% $\text{Al}(\text{OH})_3$, приготовленные из раствора $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, что свидетельствует о сокращении сроков схватывания. В возрасте трех и семи суток прочностные показатели всех образцов несколько падают, но наблюдается тенденция к набору прочности в более поздние сроки. Активизация процессов гидратации цемента в ранние сроки вероятно является следствием комплексного воздействия гидроксида алюминия и содержащихся в воде затворения сульфата и нитрата калия.

Таким образом, данные добавки могут быть использованы в качестве регуляторов сроков схватывания и для повышения прочности цементных композиций в ранние сроки твердения.

**Методика эксперимента при выполнении лабораторной работы
по получению и коагуляции гидрозолей в курсе общей химии
для студентов вузов нехимических специальностей**

Зык Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Существуют два основных способа получения дисперсных систем: диспергирование (дробление или измельчение вещества) и конденсация (образование частиц новой фазы в гомогенной среде (истинный раствор) в результате ассоциации молекул, атомов или ионов в условиях пересыщения). Факторы, которые приводят к пересыщенному (метастабильному) состоянию, можно разделить на физические и химические. В процессах физической конденсации пересыщение создается изменением температуры, давления, концентрации (конденсация паров с образованием облаков, тумана, аэрозолей металлов и их оксидов (в дымах металлургических печей и т. п.). В случае химической конденсации новая фаза также возникает в пересыщенном растворе, но последний образуется в результате протекания химической реакции (гидролиза, обмена, окисления - восстановления). Целью проведения лабораторной работы является получение студентами гидрозоль гидроксида железа (III) методом химической конденсации и определение порога его коагуляции растворами электролитов. При выполнении экспериментальной части работы предлагается последовательное выполнение трех опытов: 1) получение гидрозоль гидроксида железа (III) при гидролизе хлорида железа (III); 2) определение знака заряда коллоидной частицы (по расположению капли раствора гидроксида железа (III) на фильтровальной бумаге); 3) определение порога коагуляции гидрозоль (III) растворами электролитов (сульфата натрия и сульфата магния): в четыре колбы для титрования отобрать с помощью мерного цилиндра заданный объем полученного в опыте 1 золя гидроксида железа (III). Каждую колбу с раствором золя оттитровать соответственно раствором электролита сульфата натрия (2 колбы) и сульфата магния (другие две колбы) до появления мути. Для каждого электролита рассчитать величину порога коагуляции γ (ммоль/л). Данные опыта и результаты расчетов оформить в виде таблицы. На основании полученных значений порогов коагуляции для указанных электролитов и результатов, полученных в опыте 2, определить ион-коагулянт и указать знак заряда частиц золя гидроксида железа (III). Сравнить полученное в опыте значение порога коагуляции гидрозоль Fe(OH)₃ растворами электролитов с теоретической величиной и рассчитать абсолютную и относительную ошибки опыта.

Получение наноразмерных оксида и гидроксида алюминия методом осаждения

Зык Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Высокодисперсные оксид и гидроксид алюминия востребованы в качестве основы катализаторов, высокоплотной и биосовместимой керамики, в производстве композитов. Прекурсор из тонкодисперсного оксида алюминия позволяет существенно понизить температуру получения кубического нитрида алюминия в реакциях карботермического восстановления. Существует много различных способов получения порошков оксида и гидроксида алюминия, но всегда ключевым является вопрос об их дисперсности и кристаллической структуре.

Методы производства высокодисперсных порошков условно можно разделить на механические (диспергирование), химические и физико-химические. Ультрадисперсные порошки оксида алюминия получают преимущественно химическими методами, из которых наиболее распространён золь-гель метод. В тоже время, в поисковых исследованиях установлено, что при получении гидроксида алюминия методом осаждения гидроксидами калия и аммония из растворов нитрата и сульфата алюминия с его последующим термическим разложением в муфельной печи в воздушной атмосфере не удалось получить порошок гидроксида и оксида алюминия с заданными свойствами: если получались порошки необходимых размеров и формы, то не удавалось стабилизировать заданную фазу и получить требуемую чистоту продукта, а если удавалось получить продукт с требуемым химическим и фазовым составом, то не удавалось получить требуемый размер частиц.

Получение высокодисперсного оксида алюминия с заданной кристаллической модификацией, формой и размером частиц, с низким содержанием примесей, методом сжигания порошка алюминия и воздушном потоке составляет важное направление в рамках указанной проблемы. В предлагаемом синтезе в качестве соли металла используются нитрат, а в качестве восстановителя глицин. Количество выделяемого тепла, степень полноты прохождения реакции и скорость разложения зависят от соотношения глицин : нитрат. Кроме того, существует множество факторов, которые невозможно учесть при планировании процесса. Среди них - природа восстановителя, электронное строение катионов, возможность каталитического влияния компонентов, скорости нагревания, количество реакционной смеси, форма реактора и другие, требующие экспериментального исследования.

Получение и применение нанодисперсного никеля

Кирюшина Н.Г.

Белорусский национальный технический университет

Нанонаука и нанотехнология в настоящее время — наиболее интенсивно развивающиеся сферы человеческой деятельности. Задача нанотехнологии — создание ультрадисперсных систем с размерами структурных элементов от долей до нескольких десятков нанометров. Частицы, достигающие размера нанoshкалы, изменяют фундаментальные свойства вещества. Из-за нескомпенсированности связей поверхностных атомов наноразмерных частиц их свойства подобны атомным поверхностным свойствам кристаллов.

Экспериментальные исследования механических свойств сталей, сплавов и композиционных материалов, полученных на основе металлических нанопорошков, показали, что предел их прочности и твердость в значительной мере превышают данные характеристики их крупнозернистых аналогов. Ультрадисперсные порошки металлов возможно получать как физическими, так и химическими методами, к которым можно отнести жидкофазное восстановление, осаждение из раствора, электрохимический, криохимический и другие. Для получения наноразмерного порошка никеля нами был использован метод разложения нестабильных соединений. Процесс осуществлялся в несколько стадий. На начальном этапе осаждали оксалат никеля (II) путем взаимодействия водного раствора хлорида никеля (II) со щавелевой кислотой по реакции:



Полученный осадок отфильтровывали, промывали дистиллированной водой до достижения $\text{pH} = 7$, затем высушивали в эксикаторе над слоем концентрированной серной кислоты. Термическое разложение оксалата никеля (II) проводили при температуре 600°C , которое осуществлялось с высокой скоростью: $\text{NiC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ni} + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$.

Методом электронной микроскопии исследовали размеры, форму и кристаллическую структуру исходных веществ и образовавшегося порошка никеля. Полученные частицы никеля обладали кристаллографической огранкой, но были склонны к агломерированию и имели размеры преимущественно в пределах $0,2 - 0,5$ мкм.

Необходимая чистота продукта и узкий спектр распределения частиц по размерам позволит применять ультрадисперсные порошки никеля, полученные методом разложения оксалатов никеля, в композиционных материалах.

Взаимосвязь школьных оценок по химии с успеваемостью студентов I курса

Кирюшина Н.Г., Шагойко Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

В условиях развития общества и научно-технического прогресса возникает объективная необходимость в специалистах, способных не только исполнять поставленные производством задачи, но и внедрять новые более действенные методы их решения.

Следовательно, перед высшим учебным заведением стоит задача поиска путей ориентации студентов на его творческое освоение материала и одновременное раскрытие студентом его интеллектуального потенциала. Иными словами, изыскивая возможности формирования личности инженера, владеющего необходимыми практическими знаниями, умениями и навыками преподаватель обязан учитывать степень подготовленности студента к этому процессу. Предполагается, что школьники старших классов, поступая в вуз, проходят этап профессионального самоопределения, анализируя свои внутренние ресурсы, склонности, способности, интересы и соотносят все эти характеристики с требованиями вуза. Однако, как показывает практика преподавания, в особенности у студентов младших курсов, это далеко не всегда бывает так.

Коснемся проблем, которые возникают при проведении лекций и практических занятий по химии у студентов первокурсников. Несмотря на то, что химия в школе изучается в течение трех лет в достаточном объеме, преподаватель сталкивается с тем, что ряд студентов не может правильно провести даже классификацию веществ. Так, при изучении темы «Основные классы неорганических соединений» в школе у учащихся должна была сформироваться система понятий о классификации, система генетической связи между классами веществ. Поэтому преподаватели начинают с повторения данной темы. Контрольный опрос показывает, что материал усвоен в недостаточной мере и представляет значительную трудность для студентов. Так, из 369 опрошенных с ответом справилось 13% по данной теме.

Проводимый контроль показывает, что реальные знания студентов-первокурсников даже приблизительно не соответствуют высоким оценкам, выставленным в школьных аттестатах. Из 256 студентов, имеющих в школе оценку 8 – 10, а это составляет 70% от общего числа, на 5 и выше написали 1-ый контроль 19,5%, из них подтвердило свою оценку 1,3% студентов, а 25% написали контроль на оценку от 0 до 3 баллов.

Шагойко Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы большой интерес вызывают исследования, посвященные различным методам получения металлических наноматериалов и изучению их структуры и свойств. Основными характеристиками частиц, определяющие их свойства, при одинаковом химическом составе являются средний размер, дисперсия распределения по размерам, форма и состоянию поверхности – факторы, сильно зависящие от технологии их получения.

Большинство известных методов позволяют получить наночастицы с широким распределением по размерам. Контроль параметров реакции (время, температура процесса, скорость перемешивания, концентрация растворов и стабилизирующих добавок позволяют сузить распределение по размерам получающихся наночастиц.

Для получения ультрадисперсных порошков металлов мы применяли термическое разложение соли щавелевой кислоты – оксалата железа (II) (оксалата кобальта (II)). Соли получены заранее взаимодействием солей железа FeSO_4 (CoCl_2) и щавелевой кислоты в водной среде в присутствии органического вещества (глицерин), причем предварительно смешивали раствор неорганической соли и органического вещества при их массовом соотношении (0,1 ÷ 2,0). Для перемешивания растворов использовали магнитную мешалку.

Предварительное смешивание растворов соли и органического вещества обеспечивает формирование высокодисперсного порошка железа (кобальта) с частицами эллипсоидной формы. Разложение оксалатов проводилось при температуре не менее 650°C в токе водорода с последующей пассивацией на воздухе. Образование защитной оболочки на каждой наночастице является распространенным методом защиты и стабилизации наночастиц. Поскольку полностью исключить окисление наночастиц магнитных металлов практически невозможно, т.к. даже в исключительных условиях не удастся избежать фиксации на поверхности наночастиц кислорода. Поэтому при работе с наночастицами магнитных металлов необходимо иметь в виду, что на их поверхности всегда имеется оксидная пленка.

Полученные ультрадисперсные порошки металлов могут быть применены для создания подшипников скольжения. Для подшипников, обладающих высокими механическими и антифрикционными свойствами необходимо добавление порошков кобальта

**Повышение адгезии кварцевых мелких заполнителей
к битумам в дорожном асфальтобетоне**

Ковалев Я.Н., Ковалев К.Г.

Белорусский национальный технический университет

В составе битумов содержатся полярные молекулы. Эти молекулы способны взаимодействовать с другими молекулами и ориентироваться определенным образом в наведенном электрическом поле микроповерхностного слоя кристаллической решетки минерального материала. Вследствие упорядоченного расположения диполей у граничной поверхности возникает разность потенциалов между двумя фазами и, как следствие, - двойной электрический слой (ДЭС).

С увеличением силового поля минеральной поверхности растет плотность поверхностного слоя адгезива в число ориентированных к поверхности диполей. Идентичный результат получается при увеличении заряда коллоидных частиц полярных молекул (или функциональных групп) органических вяжущих. В обоих случаях стимулируется увеличение энергии ДЭС.

Общий потенциал частицы органического связующего может быть значительно повышен за счет наложения внешнего электрического поля или разрыва связей в молекулах и проявления "радикального" механизма. Это, в свою очередь, приводит к увеличению энергии ДЭС, образующегося при адсорбции поляризованной частицы связующего вещества на твердой поверхности минерального материала и, как следствие к увеличению их адгезионного контакта. Следовательно, искусственная поляризация (электризация) связующих является альтернативным путем усиления их контактного взаимодействия с минеральной поверхностью. Таким образом, прочное взаимодействие кремнезема с органическим связующим веществом возможно благодаря их электростатическому контакту на границе раздела фаз. Причем эффект контактных взаимодействий усиливается тем больше, чем большим энергетическим потенциалом обладают частицы органического вещества (ОВ).

В основу анализа усиления межфазных контактов в системе " SiO_2 -ОВ" положена комплексная рабочая гипотеза:

- надежная адгезионная связь (энергия связи) на уровне межатомного или межмолекулярного взаимодействия между парой контактирующих материалов (SiO_2 и ОВ) может быть обеспечена за счет активации одного из них (или обоих одновременно).

Модификация лабораторной работы по теме «Гальванические элементы. Коррозия»

Кречко Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Тема «Гальванические элементы. Коррозия» является важным разделом в химии. Данный раздел подробно изучается в спецкурсах многих технических и химических специальностей. Коррозионные гальванические процессы являются основой либо важной частью многих крупных высокотехнологичных производств. Также надо отметить перспективность вопросов указанного курса в теоретической и прикладной химии.

В существующей лабораторной работе по теме: «Гальванические элементы. Коррозия» стальная пластина подвергается корродирующему действию концентрированной серной кислоты. На следующем этапе работы выполняется перганатометрическое титрование раствора, полученного в результате коррозии. По результатам эксперимента рассчитываются объемный, весовой и глубинный показатели коррозии. В ходе оформления работы для закрепления теоретической части изучаемого курса, а также для наглядности практической составляющей, записывается схема коррозионного гальванического элемента, даются необходимые пояснения, обсуждаются процессы, протекающие в системе. По глубинному показателю коррозии в конечном итоге определяется класс стойкости выданной стали. Для наглядности лабораторной работы (получение студентами информации о различных классах стойкости стали), в работающей группе выдаются различные образцы стальных пластин.

Предлагается в качестве образца сравнения и для определения повышенной стойкости к коррозии выдавать для анализа образец нержавеющей стали. В конце работы после завершения всех расчетов и определения класса стойкости, все данные предлагается записать на доске в сводную таблицу. Таблица будет отражать работу всей группы, и из нее будет следовать, что пластина из нержавеющей стали не подвергается коррозии. Также необходимо объяснить каким образом получается нержавеющая сталь и перечислить основные методы защиты от коррозии, ответив при этом на все возникающие вопросы. Также целесообразно привести основные схемы процессов, сопровождающих защитные меры от коррозии.

Данная работа позволяет наглядно убедиться в эффективности защиты от коррозии и подготовиться по соответствующему теоретическому курсу.

Кречко Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из современных и перспективных направлений развития науки является получение частиц различных веществ в нанодисперсных размерах. Такой интерес к данному направлению объясняется тем, что малые количества нановеществ могут обуславливать их высокие физико-химические характеристики и возможность эффективного применения таких веществ во многих технологических процессах для получения качественно новых материалов. Характеристики получаемых веществ и их реакционная способность во многом зависят от способа получения.

В данной работе изучались частицы меди, полученные разложением соответствующего оксалата. На первом этапе работы диоксалатокупрат (II) калия получался высаждением его из растворов сульфата меди (II) и оксалата калия. Полученный осадок промывался до нейтральных промывных вод, затем отфильтровывался и высушивался. Далее указанный осадок подвергался разложению в муфельной печи в керамическом тигле при температуре 800°C . При этом получался оксид меди (II). Для защиты меди от окисления была предпринята попытка разложения диоксалатокупрата (II) калия в присутствии металлического алюминия. Однако при этом размеры получаемого материала были велики. Впоследствии разложение осадка проводили в угольном тигле, в результате чего получался порошок чистой меди.

Экспериментально установлено, что оптимальная температура разложения составляет 650°C и достигаться должна постепенно. Турбидиметрическим методом было установлено, что полученные частицы меди имеют размер $200 - 450$ нм, что говорит о необходимости усовершенствования метода получения оксалата для получения более мелких частиц.

Предположительно, для получения наночастиц меньшего размера с более упорядоченной формой, необходимо использовать для высаждения более разбавленные растворы, применив в качестве ПАВ глицерин.

Наряду с этим, полученные частицы представляют интерес для дальнейшего их использования в металлургии. Так ультрадисперсные порошки меди могут найти применение для изготовления тонкостенных втулок и внутренних металлокерамических вкладышей для кислородных компрессоров. Бронзовые фильтры, получаемые на основе порошков меди и цинка, находят широкое применение в промышленности для очистки жидкого горючего в дизелях.

**Лекция «Комплексные соединения»,
методика преподавания**

Лукьянова Р.С.

Белорусский национальный технический университет

Комплексные соединения – это обширный и разнообразный класс химических соединений, включая в себя как органические так и неорганические вещества. Многие комплексные соединения – гемоглобин, хлорофилл, витамин В₁₂ и другие играют важную роль в физиологических и биологических процессах. Комплексные соединения играют важную роль гидрометаллургии, аналитике, кристаллохимии и т.д.

Классической теорией для объяснения свойств этих разнообразных соединений является координационная теория Вернера. Согласно этой теории в этих соединениях имеет место «главная валентность», которая проявляется между внешней и внутренней средой комплексных соединений. По современному методу валентных связей – это ковалентная сильно выраженная полярная связь (ионная связь). «Побочная» валентность по теории Вернера в современном звучании – это ковалентная связь, образованная по донорно-акцепторному механизму, где донором электронов являются лиганды, а акцептором является комплексообразователь.

Устойчивость комплексных соединений определяется по характеру диссоциации – это относится к тем комплексным соединениям, в узлах кристаллической решетки которых находятся комплексные ионы. Различают **первичную** диссоциацию, по типу сильных электролитов на комплексный ион и на противоположно заряженные ионы внешней сферы.

Однако в отличие от простых ионов комплексные ионы сами способны к диссоциации, которая называется **вторичной** диссоциацией. Она характеризует диссоциацию самого комплексного иона и протекает ступенчато, как у слабых электролитов, подчиняясь закону действия масс. Количественно каждая ступень характеризуется константой диссоциации.

В целом устойчивость комплексного иона в растворе характеризуется величиной константы нестойкости, которая равна произведению констант диссоциации отдельных ступеней диссоциации.

Чем меньше константа нестойкости, тем прочнее комплексный ион.

В последнее время для оценки устойчивости комплексных соединений предпочитают пользоваться $K_{\text{устойчивости}}$ – это величина обратная $K_{\text{нестойкости}}$.

$$K_{\text{устойчивости}} = \frac{1}{K_{\text{нестойкости}}}. \text{ Тем больше константа устойчивости, тем}$$

прочнее комплексное соединение.

Получение и потенциальное применение наночастиц Ag, полученных из нитрата серебра

Лукиянова Р.С.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что серебро в ионной форме (Ag^+) и виде коллоидных частиц обладает широким спектром противомикробного действия. Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о том, что серебро обладает несравненными преимуществами перед всеми существующими антимикробными и противовирусными препаратами. Наибольший интерес представляют наночастицы серебра,

В связи с этим особый интерес вызывает оценка биологической активности наночастиц серебра и ее зависимость от размера части.

В данной работе были получены наночастицы серебра из азотнокислого серебра при химическом восстановлении глюкозой, которая широко используется в медицине.

Типичная методика синтеза: К раствору (50 мл) нитрата серебра определенной концентрации добавляли такой же объем глюкозы с концентрацией в 10 раз большей по сравнению с раствором азотнокислого серебра и доводили pH до 8 – 9 с помощью раствора аммиака. Синтез проводили при активном перемешивании. Полученный раствор помещали в водяную ($t_{\text{H}_2\text{O}} = 90 - 95^\circ\text{C}$) и выдерживали до охлаждения воды. Были проведены синтезы, когда полученный при смешивании раствор помещали в микроволновую печь на 10 минут при мощности 650 Вт.

Был изучен широкий спектр концентраций азотнокислого серебра ($1 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-3}$ моль/л), глюкозы ($1 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ моль/л).

Качественное образование наночастиц серебра определяли по интенсивности окрашенности полученного раствора. В зависимости от размера наночастиц, чем они меньше, тем слабее окрашен раствор. Цвет раствора менялся от бледно-желтого до слабо-коричневого.

Размеры наночастиц определялись методом световой и электронной микроскопии. С помощью прибора ФЭК экспериментально определяли оптическую плотность четырех образцов и с помощью графически-расчетного способа было установлено, что растворы с наночастицами серебра, полученные при более высоких концентрациях азотно-кислого серебра ($1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-2}$ моль/л) имеют размеры частиц 207,4 и 239,5 нм и они менее устойчивы и сохранялись только один месяц. Растворы с наночастицами серебра, полученные при более низких концентрациях азотнокислого серебра ($1 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-3}$ моль/л), имеющие размеры частиц 35,74 и 41,7 нм более стабильны и сохранялись более двух месяцев.

Медведев Д.И.

Белорусский национальный технический университет

В последнее время в школах наблюдается тенденция к снижению требований при изучении предметов, не связанных с предстоящим тестированием при поступлении в вузы. Как следствие резко упал уровень знаний выпускников и будущих студентов, в частности по химии из многих сотен опрошенных студентов I курса, поступивших в БНТУ в 2006 – 2010 гг. практически никто из студентов в школе экзамен по химии не сдавал. Борьба за «успеваемость» в школе еще более ухудшает ситуацию, которая с каждым годом становится все более критической. Поэтому в I семестре на преподавателей вуза ложится тяжелая задача адаптации студентов к обучению в системе высшего образования с учетом низкого качества школьной подготовки по химии. Эта задача может быть решена только при комплексном подходе, который включает: а) определение существующих проблем в базовом химическом образовании и их ликвидация в кратчайшие сроки с целью усвоения новых тем, которые, ввиду преемственности курса, базируются на элементах ранее изученных тем; б) устранение инертности мышления студентов, связанных оценкой их уровня знаний; в) обучение логике рассуждений, умению систематизировать знания и обобщать результаты, полученные на лекциях и лабораторных занятиях. В этой связи для ликвидации пробелов школьного образования организация дополнительных занятий по химии (курсы являются жизненно необходимым фактором, т.к. консультации по химии, которые предусматривались 10 – 15 лет назад в новых учебных программах отсутствуют). Опыт организации подобных курсов показывает, что студенты, реально оценивая свои возможности, проявляют полную заинтересованность в этом вопросе: примерно каждый 4 – 5 студент изъявляет желание заниматься на курсах в группах, организуемых лектором и состоящих из 5 человек. Индивидуальный подход преподавателя позволяет помочь студентам в раскрытии ключевых моментов изучения тем курса, осуществить дифференцированный подход в обучении, повысить результативность учебного процесса не путем снижения требований, а комплексом мер, позволяющих достичь максимального результата при минимальных затратах. Огромная роль в этом плане принадлежит и преподавателям, ведущим лабораторные занятия. С ними непосредственно контактируют студенты. От их профессионализма, педагогических знаний, самоотдачи и творческого подхода также во многом зависит уровень подготовки студентов.

Влияние удельной поверхности на физико-химические свойства нитрида титана

Медведев Д.И., Шевченко А.А.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что из газовой фазы возможно получение частиц с развитой поверхностью, отличительной особенностью которых является более четкое проявление зависимости свойств частиц от их размеров.

Так ультрадисперсные порошки нитрида титана ($500 - 1000 \text{ \AA}$) разлагаются в кислотах HCl , H_3PO_4 достаточно полно, тогда как грубодисперсные порошки ($40 - 200 \text{ нкм}$) практически не взаимодействуют с указанными кислотами.

Сопоставление полученных экспериментальных данных с литературными показывает, что порошки одного и того же химического состава (TiN) и удельной поверхности ($S_{\text{уд}} - 15 \text{ м}^2/\text{г}$), но полученные двумя различными путями (высокотемпературный синтез и плазмохимический) разлагаются в HCl на 50%, тогда как второй только на 20%. Т.о., удельная поверхность, определяющая средний размер частиц, не является достаточно надежным параметром, определяющим свойства ультрадисперсных систем. С этой целью необходимо учитывать фактическое распределение частиц по размерам. Поэтому фракционный состав целесообразно определить как с указанием преимущественного интервала размеров частиц, так и выражать в процентах от массы каждой фракции.

Экспериментально установлено, что тепловые эффекты взаимодействия нитрида титана с H_3PO_4 , которые измеряли на калориметре ДАГ-1-1 с 930 измерительными 300 компенсационными термopарами, зависят от величины удельной поверхности TiN и концентрации кислоты. С увеличением удельной поверхности нитрида титана с $7,0 - 14,6 \text{ м}^2/\text{г}$ до $25,8 \text{ м}^2/\text{г}$ и концентрированной кислоты тепловой эффект реакции возрастает с $218,6 - 247,5 \text{ Дж/г}$ до $650,2 \text{ Дж/г}$. Т.о., тепловыделение в результате взаимодействия исходных компонентов существенно влияет на энергетику и кинетику процесса взаимодействия в ультрадисперсной системе, что способствует более глубокой проработке жидкой фазы (H_3PO_4) и приводит к твердению системы с повышенной скоростью уже при комнатной температуре. Установлено, что возрастание удельной поверхности с 7 до $25,8 \text{ м}^2/\text{г}$ приводит к увеличению усадки композиций с $6,5$ до $12,6\%$, снижению пористости цементов с $10 - 15\%$ до $6 - 7\%$ и увеличение электропроводности ($\rho = 10^4 - 10^5 \text{ Ом} \cdot \text{м}^{-1}$) образцов. Т.о., величина удельной поверхности TiN должна удовлетворять: $15 \text{ м}^2/\text{г} < S_{\text{уд}} < 25 \text{ м}^2/\text{г}$.

**Интерактивный метод проведения лабораторных работ
по коллоидной химии**

Меженцев А.А.

Белорусский национальный технический университет

Интерактивная методика преподавания – это преподавание в форме активного диалога. Ряд зарубежных авторов показали, что данная методика позволяет увеличить степень усвоения материала и повысить успеваемость студентов. При изучении курса коллоидной и физической химии интерактивная методика показала себя успешной при проведении лабораторных работ.

Одна из форм работы – интерактивная работа в малых группах. Для этого подгруппа студентов разбивается на бригады по два человека. Каждой бригаде в начале семестра выдается график выполнения лабораторных работ. Вопросы, необходимые для подготовке к лабораторной работе и обязательного конспектирования, представлены в виде контрольных заданий к каждой лабораторной работе. Перед началом занятий студенты обязаны положить на стол преподавателя свои тетради с выполненным домашним заданием. Лабораторная работа начинается с предлабораторного контроля, после которого студенты знакомятся с методическими указаниями к выполнению лабораторных работ. Преподаватель проверяет домашнее задание и предлабораторный контроль. Выполнение лабораторной работы происходит под непосредственным руководством преподавателя в несколько этапов. При выполнении каждого этапа преподаватель обсуждает со студентами смысл этапа, его теоретические положения и значения полученных предварительных результатов, отмечая правильные и неправильные ответы студентов. После выполнения лабораторной работы студенты оформляют отчет по проделанной работе согласно СТП 10.–02.01. –87.

Затем бригада студентов обязана защитить проделанную работу. Защита лабораторной работы заключается в диалоге между преподавателем и студентами. При этом ответ студентов оценивается по следующим параметрам:

- полнота и логическая связность изложения материала;
- доступность изложения;
- структурированность ответа.

Данный метод позволяет контролировать работу студентов на всех этапах, своевременно указывать на допущенные ошибки, что позволяет студентам лучше подготовиться к защите лабораторной работы и соответственно повысить успеваемость.

Исследование возможности получения и использования гидроксида магния

Меженцев А.А.

Белорусский национальный технический университет

Получение и применение новых наноструктурированных материалов является перспективным направлением в современной химической науке.

Синтез наночастиц гидроксида магния осуществляли методом химического осаждения, который заключается в совместном осаждении компонентов продукта из раствора в виде нерастворимого гидроксида.

Для осаждения гидроксида магния в качестве исходных веществ использовали гексагидрат нитрата магния. А в качестве осадителя раствор аммиака или гидроксида натрия. $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ растворяли в дистиллированной воде и при интенсивном перемешивании по каплям добавляли водный раствор осадителя до $pH = 12$, при котором обеспечивалось полное осаждение гидроксида магния. Полученные образцы были подвергнуты фракционному анализу на приборе «Fritsch Partiele Sizer analysette 22».

В результате было установлено, что при использовании в качестве осадителя разбавленного раствора аммиака, размеры частиц получаемого гидроксида магния составляют от 250 нм до 100 мкм.

Для увеличения количества наноразмерных частиц $Mg(OH)_2$ был проведен синтез гидроксида магния методом «жидкость – твердое тело – раствор» с использованием олеиновой кислоты в качестве стабилизатора наночастиц.

В данном методе комбинированный раствор воды и этилового спирта принят в качестве основной непрерывной фазы раствора поскольку вода является растворителем для $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, а этиловый спирт – хороший растворитель для большинства ПАВ. Получаемые в ходе синтеза наночастицы покрыты длинными алкильными цепочками и не подвергаются коагуляции. В результате образуется устойчивый гель гидроксида магния. Средний радиус частиц геля $Mg(OH)_2$ определенный турбидиметрическим методом составлял 250 – 270 нм.

Синтезированные образцы гидроксида магния были использованы в качестве антиперена при пропитке деревянных изделий, а также были переданы в БелНИИС для исследования влияния наноразмерного гидроксида магния на эксплуатационные свойства бетонных блоков.

Особенности преподавания темы «Периодическая система химических элементов» для иностранных студентов факультета международного сотрудничества

Беляцкий В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Предлагается методика преподавания химии для иностранных студентов, в частности, на примере объяснения Периодической системы Д.И.Менделеева для мононациональных групп из Туркмении.

Использован синтетический подход к преподаванию, когда в процессе обучения приводятся не только сведения по изучаемому предмету, но и применяется знание некоторых элементов языка обучаемых студентов. Также на основе взаимодействия обучения с элементами знаний по родному (разговорному) языку обучаемых предполагается усилить эффективность преподавания технического предмета.

Например, на основе школьного учебника химии для 7 класса средней школы были выбраны следующие термины: группа- Topar, Период- Period, Ряд- Hatar, Связь – Baglanys, Символ – belgisi, Система – Ulgamy, Элемент – Element и т.д.-

Для больших групп остро стоит проблема проверки эффективности работы каждого студента, особенно при дефиците времени. В качестве одного из вариантов экспресс-опроса проводилось следующее. На доске записывалось одно и то же задание для всей группы, чаще всего расчетное, а на доске строилась таблица, которую должен был заполнять каждый студент. После заполнения таблицы каждым из студентов преподаватель выбирал правильные ответы и вызывал к доске студента, полностью и правильно ответившего на поставленные вопросы.

Такая схема позволяла развивать лидерские качества лучших студентов, снимала психологические барьеры у обучаемых. Кроме того, у значительного количества студентов, особенно с низким уровнем языковой подготовки, возникала взаимосвязь нового материала со школьными знаниями, что позволяло более углубленно разобрать тему.

Знание технических терминов и химической символики позволяло преподавателю эффективно контролировать ход объяснения решения студентом, даже в условиях крайне недостаточного знания языка обучаемых.

Выводы

Проведение контрольных по заданным темам показало эффективность предлагаемой методики по сравнению с проведением занятия, когда проводилось объяснение только на одном языке.

Беяцкий В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Полиуретаны, которые можно представить как сополимеры производных уретановой кислоты и изоцианатов в качестве отвердителя, достаточно дороги, что ограничивает их применение, в частности, в дорожном строительстве, и поэтому проблема вторичного использования полимеров является актуальной. Разработка подобных составов имеет важное экологическое значение, т.к. позволяет утилизировать отходы производства полимеров без ущерба для окружающей среды.

Существует технология деполимеризации отработанных или отбракованных партий полиуретана, в результате образуется так называемый полиуретановый аддукт, который можно превратить во вторичный полимер. Для опытов были использованы раствор аддукта в хлорорганическом растворителе с содержанием последнего 20%(масс) и промышленный изоцианатный отвердитель.

В то же время, существует ряд областей, где необходимо регулирование цвета получаемых композиций. Была разработана методика регулирования цвета полиуретанов, полученных из вторичного сырья, путем добавления ультрадисперсного карбоната кальция.

В качестве пигмента использовался как химически осажденный карбонат кальция, выпускаемый промышленно, так и полученный путем химического осаждения из хлорида кальция и карбоната натрия в среде полимеров. В качестве последних использовался гидролизованный полиакриламид и промышленный оксифос марки ОП-10. С целью получения ультрадисперсных порошков сливание растворов хлорида кальция и карбоната натрия велось при интенсивном перемешивании при эквимолярном соотношении компонентов из разбавленных растворов. Полимер в количестве 1% от веса воды вводился предварительно. Массовая доля хлорида кальция составляла 1–2%, соотношение полимер/хлорид кальция составляло от 1/1 до 2/1, время приливания карбоната натрия составляло ~ 1 час.

По результатам электронно-микроскопических исследований было установлено, что CaCO_3 , полученный в среде полимера, имел размеры ~100нм, и был более дисперсным по сравнению с карбонатом кальция, полученным без полимера. Красящие свойства полученных образцов по отношению к сополимеру были также выше, для достижения аналогичного эффекта требовалось на 20-30% карбоната кальция меньше по сравнению с химически осажденным образцом.

**Особенности преподавания раздела «Химия металлов»
для студентов механико-технологического факультета**

Проворова И.Б.

Белорусский национальный технический университет

Для студентов механико-технологического факультета специальностей «Металлургическое производство и материалобработка», «Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия» раздел «Химия металлов» представляет собой заключительную часть курса «Химия» и предполагает предварительное усвоение всего объема материала ранее изучаемого в этом курсе. Так, например, изучение химических свойств металлов и их соединений предполагает, что студент уже имеет представление о стандартном электродном потенциале и влиянии его величины на химические свойства элементов, о протекании окислительно-восстановительных реакций и реакций комплексообразования. Раздел «Химия металлов» включает два блока вопросов. В первом блоке рассматривается строение атома, электронные формулы атомов, Периодическая система элементов, энергия ионизации, электроотрицательность атома. Рассмотрение этих вопросов позволит студентам усвоить основные закономерности изменения свойств металлов в зависимости от положения их в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Кроме того, в первом блоке рассматриваются общие свойства металлов: физические и наиболее характерные химические свойства, а также получение металлов из руд пиро-, гидро- и электрометаллургическими методами. Так как современная техника предъявляет высокие требования к чистоте используемых металлов, обзорно рассматриваются основные способы их очистки. Во втором блоке рассматриваются металлы s-, p-, d-, f-электронных семейств, причем более подробно изучаются металлы, которые обладают высокой практической ценностью комплекса механических и химических свойств.

В качестве практического материала предлагаются алгоритмы решения задач, относящихся к основным разделам общей химии применительно к металлургическим процессам: подготовка руд, пирометаллургия, гидрометаллургия, выделение металлов из растворов, металлургические покрытия поверхности металлических изделий и др. Текст многих задач включает в сжатом виде информацию о конкретном производственном процессе или его физико-химических основах. Все это должно способствовать усилению связи между преподаваемой дисциплиной и будущей специальностью студентов механико-технологического факультета и вызвать большой интерес к химии.

**Получение золя гидратированного оксида титана (iv)
и изучение его морфологии**

Слепнева Л.М., Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Нанопорошки – только один из многих существующих на сегодняшний день видов наноматериалов, свойства которых в несколько раз превышают свойства менее дисперсных аналогов. Диоксид титана составляет более 80% всего мирового производства нанопорошков и благодаря своим ценным свойствам применяется во многих областях. Его фотокаталитическая активность в отношении деградации различных органических соединений была использована для создания самоочищающихся покрытий, он применяется как фотокатализатор в промышленных и бытовых установках очистки воздуха, стоковых и загрязненных вод, очистки жидкостей и газов. Диоксид титана способен к поглощению света в УФ диапазоне, что используется в оптике, в частности для покрытия линз, задерживающих ультрафиолетовое излучение. Одним из методов получения мелкодисперсного диоксида титана в лабораторных условиях является гидролиз тетрахлорида титана с последующим прокаливанием образовавшегося гидрозоля. Целью нашего исследования являлась разработка оптимального режима получения гидрозоля диоксида титана и изучение его морфологии. Гидрозоль диоксида титана получали двумя разновидностями метода гидролиза. В первом случае тетрахлорид титана непосредственно добавляли к воде, нагретой до температуры 70-80 °С при постоянном перемешивании. Гидролиз $TiCl_4$ проходил очень бурно с образованием суспензии белого цвета. Во втором случае тетрахлорид титана растворяли в изобутиловом спирте в соотношении 4:1 по объему. Полученный раствор по каплям при постоянном перемешивании прибавляли к дистиллированной воде, нагретой до 80 °С с объемном соотношении 1 часть раствора тетрахлорида к 25 частям воды. Высушенная на воздухе капля золя была исследована методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) с использованием модели NT-206 (ОДО «Микротестмашины», Беларусь) и стандартных кремниевых зондов балочного типа с паспортным радиусом закругления 10 нм. Высокая скорость образования диоксида титана по первому методу приводила к образованию конгломератов диаметром 0,5 – 2 мкм, в которых удалось различить отдельные частицы размером 200 – 300 нм. В результате использования второй методики в пробе для АСМ выявили не конгломераты, а отдельные частицы, размер которых совпал с субзернами конгломератов, полученных первым методом, диаметром 200 – 300 нм.

**Особенности понимания окислительно-восстановительных процессов
в органической химии**

Слепнева Л.М.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрение окислительно-восстановительных процессов в химии основано на понятии о степени окисления элемента, как формальном заряде элемента, в предположении, что все связи элемента ионные. В органической химии использование обобщенной концепции окисления-восстановления и понятия о степени окисления часто малопродуктивно, поскольку большинство связей в органических соединениях неполярные или малополярные. Так, степень окисления углерода в гомологическом ряду алканов увеличивается от -4 до почти -2 ($C^{-4}H_4^{+1}$, $C_2^{-3}H_6^{+1}$, $C_4^{-2.5}H_{10}^{+1}$ и т.д.), однако это возрастание практически не сказывается на химических свойствах. В органических реакциях принято процесс окисления связывать не с изменением степени окисления углерода, а с возрастанием числа (или кратности) кислородсодержащих связей, либо с уменьшением числа водородсодержащих связей. Так, например, при окислении альдегида до карбоновой кислоты одновременно уменьшается количество атомов водорода и увеличивается количество атомов кислорода, связанных с атомом углерода функциональной группы: $RCHO \rightarrow RCOOH$. Дегидрирование алканов $R_2CHCHR_2 \rightarrow R_2C=CR_2$ можно также рассматривать как процесс окисления, поскольку он связан с потерей атомов водорода. При восстановлении органических соединений происходят обратные процессы, например, при восстановлении кетонов функциональная кето-группа теряет атом кислорода, приобретая одновременно два атома водорода: $R_2CO \rightarrow R_2CH_2$. Ограничено используется также метод, в котором центральная роль отводится степени окисления функциональной группы. Соединения разделяют на группы с равной степенью окисления углерода их функциональной группы, а сами группы располагают в порядке возрастания в них степени окисления углерода функциональной группы. Так, насыщенные углеводороды относят к нулевой группе (степень окисления углерода от -4 до почти -2), алкены $R_2C=CR_2$, одноатомные спирты ROH , галогеналканы RCI и амины RNH_2 , и - к первой группе (-2), алкины $RC\equiv CR$, кетоны $R_2C=O$ и дигалогеналканы R_2CCl_2 - ко второй (0), карбоновые кислоты $RCOOH$, амиды, $RCONH_2$ и тригалогеналканы $RCCl_3$ - к третьей (+2), нитрилы RCN , тетрагидрид метана CCl_4 и CO_2 - к четвертой (+4). Тогда окисление - процесс, при котором соединение переходит группу более высокой категории, а восстановление - обратный процесс.

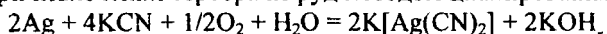
Получение и применение коллоидного раствора серебра

Шнып И.А.

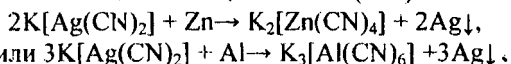
Белорусский национальный технический университет

Известно, что серебро в ионной форме и, особенно в виде наночастиц, обладает широким спектром противомикробного действия. Биоцидный эффект наночастиц серебра существенно превосходит действие ионов серебра Ag^+ в этих же концентрациях. Даже рост вируса иммунодефицита человека (СПИД) ингибировался наночастицами серебра исключительно в диапазоне 1 – 10 нм. Нахождение способов получения наночастиц серебра или их растворов является актуальной задачей.

Изучена возможность получения экологически безопасного серебра из дицианоаргентата (I) калия. Этот продукт получается в больших количества при извлечении серебра из руд методом цианирования:



Первой стадией к процессу получения экологически безопасного серебра была задача освобождение его от чрезвычайно ядовитых цианидных ионов (CN^-). Была осуществлена реакция осаждения серебра из цианидного комплекса с помощью цинковой и (или) алюминиевой пыли:



Определены оптимальные расход цинка или алюминия на осаждение серебра: (температура – 18-20°C, время полного осаждения – 20 – 24 часа).

Осаждение цинком проводилось непосредственно прибавлением цинковой пыли и энергичным перемешиванием смеси на магнитной мешалке. Осажденное серебро отделялось фильтрованием или декантацией и многократным промыванием осадка раствором щелочи, затем водой. При выделении серебра с помощью алюминиевой пудры, она предварительно активировалась 0,2 М раствором NaOH в течение 5 минут при температуре $65 \pm 5^\circ\text{C}$. Далее процесс проводился аналогично как в опыте с цинком. Выход серебра ~ 95%. При таком способе выделения серебра все вредные примеси (главным образом CN^- - ионы) оставались в фильтрате и промывных водах. Полученное чистое серебро может быть переведено в наночастицы или в нанорастворы через нитрат серебра и восстановление глюкозой. Полученные наноматериалы могут быть применены в качестве бактерицидных в медицине. Морфологию частиц серебра исследовали с использованием метода атомно-силовой микроскопии (модель НТ-206, ОДО «Микротестмашины», Беларусь) в статическом режиме. Размер частиц серебра, определенный в высушенной на воздухе пробе методом АСМ составил 100-300 нм.

**Программа курса лекций по полимерным материалам
в строительстве**

Шнып И.А.

Белорусский национальный технический университет

В современном строительстве находят применение различные пластмассы, создаются новые лаки, герметизирующие материалы различного назначения, кремнийорганические и поверхностноактивные вещества, производные целлюлозы, органические вяжущие материалы, органические стекла, новые отделочные материалы. Одновременно с ростом производства и потребления полимерных материалов возникает задача – рациональное использование отслуживших полимерных изделий. Это проблема тесно связана с проблемой охраны окружающей среды и поэтому требует неотложного решения.

Этим важным материалам отведено определенное место в учебных программах по химии для инженерно-технических (нехимических) специальностей вузов, а в учебном плане подготовки инженеров-строителей специальности 1207 – «Производство строительных изделий и конструкций» введена дисциплина «Органическая химия» (32 часа лекций, 16 часов лабораторных занятий и зачет). На основании многолетнего опыта преподавания этой дисциплины на строительном факультете БНТУ считаю, что указанную дисциплину следует назвать «Органические соединения и введение в химию полимеров». Такое название определяет и содержание этой дисциплины, и написание соответствующего учебного пособия. В первой части этого пособия рассматриваются основные положения низкомолекулярной органической химии, номенклатуры органических соединений (рациональной и международной научной систематической (IUPAC)), строение, свойства и применение тех веществ, которые имеют непосредственное или близкое отношение к полимерным строительным материалам с заданными эксплуатационными свойствами.

Во второй части пособия рассмотрены способы получения, физико-химические и механические свойства полимеров, применяемых в строительстве.

Время, которое отведено в учебных планах, далеко не соответствует имеющемуся огромному объему информации по теории и практике высокомолекулярных соединений. Поэтому предлагаемое учебное пособие, цикл лекций и лабораторный практикум имеют схематический характер, однако, для любого инженера могут послужить основой для более широкого знакомства с органическими соединениями и полимерными материалами.

Рейтинговая система учета, контроля и стимулирование работы студентов в семестре

Яглов В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Основная задача преподавателя высшей школы состоит не только в передаче информации студенту, но и в обучении его методом самостоятельной работы.

С этой целью на кафедре химии БНТУ проведен ряд организационных и методических мероприятий, стимулирующих систематическую работу студентов в семестре.

Лекционный курс химии разделен на три блока тем:

- а) теория протекания химических процессов;
- б) теория растворов;
- в) электрохимические процессы.

Лабораторные работы проводятся после лекции по каждой теме. Зачет по лабораторной работе включает три оценки: по домашнему заданию, предлабораторному контролю и качеству выполнения лабораторной работы. На основании учебных планов, стандартов специальностей и опросов студентов различных факультетов был определен оптимальный объем индивидуальных домашних заданий.

Предлабораторный контроль включает задачи двух уровней сложности.

Качество выполнения лабораторной работы определяется отклонением полученного результата от стандарта.

Еженедельно студент может получить консультацию у преподавателей кафедры по вопросам, связанным с выполнением домашнего задания. На семинарском занятии студент имеет возможность пользоваться учебником, задачником, конспектом лекций, справочником.

После изучения каждого из трех блоков тем проводятся рубежные контрольные работы. Билет рубежного контроля содержит теоретические вопросы данного блока тем и задачи. Распечатка с указанием текущей успеваемости каждого студента группы доводится до сведения деканата и студенческой группы. Студенты, не имеющие задолженности и имеющие установленные пороговые значения оценки, получают зачет по данному блоку с конкретной оценкой. В конце семестра выводится средняя оценка, на основании которой студент может быть освобожден от итогового экзамена, если он успешно сдал его по частям.

Студенты, не набравшие установленного порогового значения итоговой оценки, сдают письменный экзамен.

Яглов В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Современные технологии бетона используют широкий спектр различных химических добавок. Эти добавки влияют на механизмы набора прочности, изменение структуры твердой фазы и порового пространства бетона. Особо значимое влияние на процессы, протекающие при твердении бетона, играют добавки нового поколения – нанодобавки, которые изменяют механизм и скорость взаимодействия воды и клинкерных минералов цемента, т.е. затрагивают глубинные вопросы механизма структурообразования.

Так введение нанодобавок (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) в количестве 0,1% от массы цемента, в системе возникает дополнительная активная площадь раздела фаз, что сопровождается избыточной поверхностной энергией, которая не может не влиять на процессы растворения, гидролиза, гидратации минералов цементного клинкера, что в конечном случае существенно влияет на процессы, протекающие при твердении бетона.

При использовании наночастиц следует учитывать:

- структурный эффект, определяющий механизм и скорость физико-химических процессов, которые в конечном счете определяют рациональную дозировку наночастиц;
- технологический эффект, определяющий способы введения, равномерного распределения и совместимости наночастиц с набором других добавок в бетон;
- экономический эффект, определяющий стоимость конечной продукции;
- экологический эффект, определяющий вопросы безопасности технологического процесса.

Одной из возможных областей применения является также нанотехнология активирования воды затворения, суть которой заключается в возможности повышения эффективности производства бетонов за счет использования нанотехнологий изменения структуры и свойств воды, путем использования различных добавок.

Для материалов гидратного твердения воды является уникальным материалом, обладающей изменчивой фронтальной структурой и аномальными свойствами, которые обеспечиваются наличием водородной связи и способностью ее молекул образовывать ассоциаты с различной устойчивостью.

Содержание

Технические и прикладные науки

Геодезия и картография – инновационные технологии	3
Проектирование дорог	36
Диагностика, содержание и ремонт автомобильных дорог	67
Транспортные сооружения	100
Организация дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов	122
Экономика и управление на транспорте	183
Бухгалтерский учет и коммерческая деятельность на транспорте	215
Физическая культура и спорт	237

Естественные и точные науки

Естественно-научные дисциплины	251
Математика и приложения	274
Методы математического моделирования в прикладных исследованиях и учебном процессе	304
Математические модели и численно-аналитические методы решения задач механики сплошных сред, теории переноса и теории обработки информации	330
Физика	344
Компьютерная механика	399
Химия и химические технологии	412

Научное издание

НАУКА –
ОБРАЗОВАНИЮ,
ПРОИЗВОДСТВУ,
ЭКОНОМИКЕ

Материалы Девятой международной научно-технической
конференции
В 4 томах

Том 3

Ответственный за выпуск Л.Э. Ляшенко

Подписано в печать 24.10.2011

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 25,75. Уч.-изд. л. 20,14. Тираж 150. Заказ 1148.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.