



НАУКА - **образованию,** **производству,** **ЭКОНОМИКЕ**

2

**Материалы Шестой
международной
научно-технической
конференции**



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

**НАУКА –
ОБРАЗОВАНИЮ,
ПРОИЗВОДСТВУ,
ЭКОНОМИКЕ**

**Материалы Шестой международной
научно-технической конференции
В 3 томах**

Том 2

**Минск
2008**

02

УДК ~~001:[37+658+338](063)~~

ББК 72.я431

Н34

Редакционная коллегия:

Б.М. Хрусталеv – д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент
НАН Беларуси;

Ф.А. Романюк – д-р техн. наук, профессор;

А.С. Калиниченко – д-р техн. наук

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

ISBN 978-985-525-048-8 (Ч.2)

ISBN 978-985-525-050-1

© Белорусский национальный
технический университет, 2008

**Технические и прикладные
науки**

**Судостроение
и гидравлика**

**Инновационные методы подготовки кадров
для судостроения**

Борисенко К.П., Смольников А.В.

Санкт-Петербургский государственный морской технический
университет

Инновации в образовании не самоцель, а средство повышения качества образования. Само по себе внедрение инновационных технологий обучения имеет смысл только в том случае, если это обеспечивает повышение качества подготовки, приобретения студентами необходимых профессиональных компетенций. В СПбГМТУ для обеспечения выполнения многообразных требований работодателя, повышения качества и эффективности подготовки, ориентации студентов на конкретные рабочие места на предприятиях и проектных организациях был создан факультет целевой контрактной подготовки. Студенты, обучающиеся по образовательным программам факультета, поступают по направлениям предприятий. С каждым из них заключается трехсторонний договор, в котором оговариваются обязанности и права предприятия, университета и студента.

Студенты, обучающиеся по этой форме, проходят практику на рабочих местах тех предприятий, которые заказывают подготовку. Средства, которые университет получает в качестве платы за дополнительные образовательные программы, позволяют приобретать новое лабораторное оборудование, современное программное обеспечение, оплачивать методические разработки преподавателей университета. Практически все выпускники, прошедшие такую подготовку, приходят на работу на те предприятия, которые направили их на учебу. Таким образом, мы в СПбГМТУ видим развитие инновационных технологий в неразрывной связи образовательного процесса с вовлечением студентов в исследовательскую, проектную, технологическую деятельность предприятий-заказчиков подготовки; разработкой интерактивных средств обучения, способствующих повышению качества образования и приобретению студентами профессиональных компетенций.

Поршневые газовые двигатели.**Перспективы и проблемы создания**

Химич В.Л., Захаров Л.А.

Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева

Исследование и результаты анализа мирового опыта развития энергетики крупных мегаполисов показывают, что одним из решений поставленной проблемы является более широкое применение «автономных энергетических установок» (АЭУ) и внедрение в малую энергетику их с поршневыми газовыми двигателями (ПГД). Это объясняется тем, что ПГД достигли высокой степени совершенства конструкции и технологичности, имеют наиболее высокий эффективный КПД среди применяемых в малой энергетике АЭУ, меньшую величину составляющих вредных веществ, а также высокие агрегатные мощности (более 9МВт) и высокую степень автоматизации систем управления. Поэтому ПГД, в условиях постоянного увеличения добычи газа в отдельных районах и расширения газоснабжения центральных регионов, находят все более широкое применение в различных областях народного хозяйства и промышленности. В нашем докладе, объект исследования перспективный ПГД ОАО «РУМО» мод. 8ЧН 22/28, $N_e=1050$ кВт, $n=1000\text{мин}^{-1}$, $g_e=180$ г/кВт·ч. Широкое применение создаваемых ПГД ОАО «РУМО» объясняется следующими основными преимуществами: возможностью построить газовые двигатели на базе выпускаемых дизельных, в связи с чем не требуется организации новых производств; более низкой стоимостью газообразного топлива по сравнению с нефтяными топливами, высокими экологическими характеристиками; повышенным (в 1,5...2,0 раза) ресурсом двигателя, по сравнению с дизельными. Наиболее острой проблемой при создании ПГД ОАО «РУМО» мод.8ЧН 22/28, является обеспечение воспламенения бедной рабочей смеси в основной камере сгорания, которое достигнуто применением искровой форкамерно-факельной системы зажигания

**Постановка курса уравнивание и виброзащита
для кораблестроительных специальностей**

Лёзин Д.Л., Барановский А.М.

Новосибирская государственная академия водного транспорта

Курс «Уравнивание и виброзащита» базируется на механико-математических дисциплинах, преподаваемых в академии. Цель курса дать инженеру базовые понятия о методах и средствах снижения шума и вибрации на судах. Основным компонентом курса является программно-методический комплекс, содержащий рабочую программу и материалы, необходимые для преподавателя. Теоретическая и практическая части курса в объеме около 72 часов состоят из двух разделов: уравнивание роторов и рычажных механизмов и виброзащита корпуса судна от структурной и ходовой вибрации. Спецификой курса является акцент на методы виброизоляции, хорошо проработанные на кафедре теории механизмов и машин и деталей машин. Данное научное направление развивается на кафедре с 1984 года под руководством проф. Зуева А.К. Научная работа кафедры практически полностью связана с виброзащитой на судах. Это дает материал, как для лекций, так и для постановки лабораторных работ. При выполнении курсовых проектов студентам предоставляются материалы, полученные при проектировании современных судов. Разработанные на кафедре программы расчета позволяют выполнять проектирование систем виброизоляции на профессиональном уровне. Кроме этого кафедра использует такие продукты как КОМПАС-3D V8, SIMNON™. Для студентов выпущены методические указания по расчету виброзащитной подвески судового двигателя. Теоретические материалы содержатся в монографиях, изданных преподавателями кафедры: С.П. Глушков «Виброизоляция тепловых двигателей», 1999 г., А.М. Барановский «Виброизоляция дизелей речных судов», 2000 г. Кафедра активно участвует в послевузовском образовании. В настоящее время в аспирантуре обучается четыре аспиранта.

Система регулирования главных судовых дизелей

Васькевич Ф.А.

Новороссийская государственная морская академия
им. адмирала Ф.Ф.Ушакова

Система регулирования главных судовых дизелей в виде комплекса организационных и технических мероприятий была разработана автором в период работы на судах танкерного флота. В основу системы положено понятие «Диагностических характеристик» - зависимостей среднего индикаторного давления в цилиндре от активного хода плунжера топливного насоса высокого давления (ТНВД) при разном техническом состоянии топливной аппаратуры. Система позволяет учесть при регулировании топливной аппаратуры технологические погрешности изготовления дизеля и изменение технического состояния системы впрыска топлива при длительной эксплуатации.

Дальнейшим развитием системы явилось обоснование границ на поле диагностических характеристик возможного пожара в выхлопном коллекторе и возможной тепловой перегрузки поршня рабочего цилиндра. Известно, что пожары в выхлопном тракте возникают всегда после длительной по времени эксплуатации главного судового дизеля на режимах самого малого и малого ходов. Ухудшение распыливания и сгорания топлива на малом ходу совместно с выбросами в коллектор избыточного цилиндрического масла приводят к накоплению в выхлопном тракте несгоревших нефтепродуктов, что при увеличении частоты вращения дизеля вызывает пожар.

Практика показывает, что тепловая перегрузка поршня цилиндра имеет место всегда, когда пламя (факел) бьет в головку. Если в качестве критерия возможной тепловой перегрузки взять дальнобойность факела на режиме номинальной нагрузки дизеля при «Эталонном» состоянии топливной аппаратуры (когда тепловая напряженность поршня находится на предельно допустимом уровне), то сохранение этого параметра неизменным при ухудшении технического состояния системы впрыска при прочих равных условиях обеспечит отсутствие тепловой перегрузки.

**Некоторые результаты исследования технологии
скоростного горячего выдавливания стержневых изделий
с плакированием торцевой части**

Качанов И. В., Шарий В. Н.

Белорусский национальный технический университет

Исследования были направлены на установление зависимости механических свойств сварного шва от степени осадки на стадии плакирования, а также влияние скорости деформирования на величину «расслоения по шву».

Для проведения исследований были выбраны труднодеформируемые, малопластичные, отличающиеся по прочности и плотности, различные стали, широко используемые в сфере инструментального производства, а также в общем машиностроении.

В качестве материала основы использовались качественная конструкционная сталь 45 (ГОСТ 1050) и легированная конструкционная сталь 40X (ГОСТ 4543).

В качестве плакирующего слоя были выбраны штампоинструментальные стали 5ХНМ, 5ХЗВЗМФС, 9ХС, Х12М (ГОСТ 5950), У10А (ГОСТ 1435), являющиеся основными при изготовлении деталей штампов (пуансонов, толкателей, прошивников), предназначенных для горячего и холодного деформирования.

Реализуется такой способ по схеме прямого истечения материала в очко матрицы с последующим радиальным истечением в облойную канавку, выполненную в матрице на высоте от донной части равной толщине плакирующей пластины.

Также проведен макро- и микрокросструктурый анализ шовной и околшовной зон стержневых изделий, полученных методом СГВ с ПТЧ.

Выводы

1. Получены зависимости изменения предела прочности и относительного удлинения сварного шва от степени осадки на стадии плакирования.

2. Установлено влияние скорости пуансона на величину «расслоения по шву».

**Математическая модель пневматического привода
спортивного тренажера***

Павлович А.Э., Шелег А.А.

Белорусский национальный технический университет

Для определения статических и динамических характеристик пневматического привода спортивного тренажера на стадии его проектирования была создана математическая модель, включающая в себя систему уравнений с учетом:

- расхода сжатого воздуха, проходящего через трубопроводы и редуктор давления;
- времени заполнения и опорожнения полостей силового пневмоцилиндра;
- условий достижения докритического и закритического режимов течения сжатого воздуха через пневмосопротивления;
- условий достижения равновесного состояния клапанной системы редуктора давления;
- кинематики движения механического привода редуктора давления;
- закона движения массы поршня силового пневмоцилиндра;
- биомеханических параметров суставных перемещений и мышечных усилий в спортивных упражнениях.

Уравнения расхода сжатого воздуха составлялись по известной методике А.Г. Хользунова с учетом скорости распространения звука в воздухе, а также значений газовой постоянной, давления в системе питания, коэффициента расхода, проходного сечения трубопроводов и редукторов давления. При определении времени заполнения и опорожнения полостей силового пневмоцилиндра применялось уравнение состояние газа в дифференциальной форме с последующим интегрированием в пределах рабочего диапазона давлений пневмосистемы. Учет условий достижения докритического и закритического режимов течения сжатого воздуха через пневмосопротивления, учитывался с помощью уравнений булевой алгебры.

**Работа выполнялась под руководством доктора технических наук Качанова И.В.*

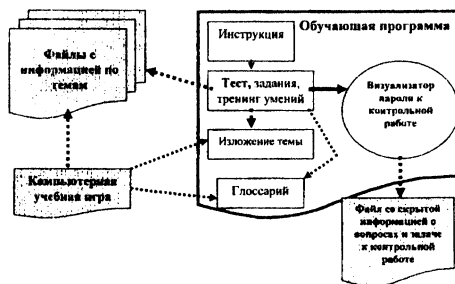
Элементы дистанционного обучения специалистов в области кораблестроения

Качанов И.В., Павлович А.Э.

Белорусский национальный технический университет

Для более углубленного изучения разделов изучаемых дисциплин в области судостроения добавляются элементы дистанционного обучения согласно комбинированной схеме.

Содержание информации, которая выдается студентам на установочной лекции, показана на схеме рисунка.



Каждая электронная обучающая программа, в случае отрицательного результата теста (менее 100%) выдает подсказку к неправильным ответам со ссылкой на конкретное расположение необходимой информации в тематических файлах или в глоссарии и в изложении тем обучающей программы.

В случае положительного результата проявится некоторое число, которое нужно вставить в формируемый пароль. Пароль образуется из аналогичных чисел полученных после тестирования по другим темам и проявляется в электронном листе файла «Контрольная».

Элементы такой комбинированной системы внедряются на начальном этапе для лучшего усвоения будущими специалистами - кораблестроителями правовых, технических терминов, специальных понятий при изучении дисциплины «Основы управления интеллектуальной собственностью».

Скоростная фоторегистрация пульсаций продуктов подводного газового взрыва

Ивашечкин В.В., Губин В.В.

Белорусский национальный технический университет

Гидропоток является одним из основных разрушающих факторов газоимпульсного воздействия на кольматирующие отложения фильтров скважин. Цель исследований-экспериментальное определение скорости при пульсациях продуктов подводного взрыва гремучего газа.

Лабораторном стенд представлял собой емкость высотой 820мм, моделирующую закольматированный фильтр скважины, диаметром 8 дюймов ($R_{\phi}=100\text{мм}$) на сплошной колонне ($R_k=100\text{мм}$), с прозрачным окном для проведения скоростной съемки. Внутри фильтра помещали следующие взрывные камеры: прозрачную цилиндрическую открытую снизу взрывную камеру (№1), выполненную из оргстекла, ($l=110\text{мм}$, $R_l=23\text{мм}$); замкнутую цилиндрическую камеру (№2) с эластичной наружной оболочкой ($l_l=170\text{мм}$ и $R_l=30\text{мм}$). Степень возрастания давления составляла $m\approx 10$. Съемка производилась скоростной камерой СКС-1М-16. По фотограммам строились графики скорости $v(t)$ движения границы парогазового пузыря, определялась степень максимального расширения пузыря $f = V_{max}/V_l$.

Исходные параметры для камеры №1: толщина слоя газа в камере $h=0,25\text{м}$, $R_l=0,023\text{м}$, $l=0,11\text{м}$, $l_{\phi}=0,6\text{м}$, $l_k=0$, коэффициент полноты $n=2,7$, $m\approx 10$.

Для камеры №2: толщина оболочки $\delta=0,3\text{мм}$, модуль упругости оболочки $E=4\text{МПа}$, $R_l=0,03\text{м}$, $l_l=0,17\text{м}$, $l_{\phi}=0,26\text{м}$, $l_k=0$, коэффициент полноты $n=1,35$, $m\approx 10$.

Сравнение расчетных и опытных данных для периода разгона ($0-v_{max}$) показало, что относительная погрешность расчетов для камер №1и №2 составила соответственно 8 и 5%, что указывает на неплохое совпадение теории и эксперимента. Степень максимального расширения продуктов взрыва составила соответственно 4 и 9,3, что свидетельствует о лучшем КПД, пульсаций у замкнутой камеры с тонкой эластичной оболочкой.

**Гидродинамика подводного газового взрыва в
закольматированной водозаборной скважине**

Ивашечкин В.В., Автушко П.А., Бловацкая А.И., Евсюкова Е.И.
Белорусский национальный технический университет

Подводный газовый взрыв в открытых снизу стальных и в замкнутых с эластичной оболочкой цилиндрических взрывных камерах нашел применение при восстановлении дебита скважин.

Целью работы является выработка общего подхода к расчету пульсаций продуктов взрыва в подобных камерах.

Для описания пульсаций предложено использовать общее энергетическое уравнение, которое читается так: начальная энергия продуктов взрыва \mathcal{E}_1 расходуется на увеличение их внутренней энергии W и на работу A над окружающей жидкостью, т.е.

$$W + A = \mathcal{E}_1.$$

Начальная энергия \mathcal{E}_1 равна внутренней энергии W_1

продуктов взрыва перед расширением, т.е. $\mathcal{E}_1 = W_1 = \frac{mp_0V_1}{n-1}$,

где m – степень повышения давления в продуктах после взрыва; где n – средний показатель политропы за период пульсаций; p_0 – гидростатическое давление; V_1 - начальный объем продуктов взрыва.

Работа равна $A = \int_{V_1}^V p_1 dV$, где p_1 – давление на продукты

взрыва со стороны жидкости в скважине в процессе движения, которое находили из уравнения Д. Бернулли на нестационарный случай, V - текущий объемы продуктов взрыва.

Внутренняя энергия W в процессе расширения равна

$W = \frac{mp_0V}{n-1}$. Полученное дифференциальное уравнение

решалось численным методом. В результате составлена программа расчета давления и скорости пульсаций продуктов взрыва в закольматированной скважине во времени.

Оптимизация гидродинамических параметров и интенсификация процессов каскадной флотации

Ледян Ю.П., Селивончик В.В., Бессолова Л.В.
Белорусский национальный технический университет

Основным технологическим процессом, применяемым для обогащения полезных ископаемых, является флотация. Флотационный метод обогащения заключается в разделении компонентов измельченной руды, имеющих различную смачиваемость.

Проведившееся в БНТУ исследование по изучению процесса флотации позволили разработать новый способ интенсификации этого процесса. Сущность разработанного способа состоит в том, что перемешивание флотацию осуществляют во флотационной камере, пенный слой в которой создается только за счет струйной флотации.

При этом образующиеся в объеме пульпы минерализованные пузырьки всплывают на ее поверхность, вынося в образующийся пенный слой частички хлорида калия, при этом механически унесенные частицы хлорида натрия оседают на дно. Пена во флотационной камере создается с помощью струйного аэратора, т.е. за счет струй маточного раствора, подаваемого через специальную форсунку. Были исследованы форсунки, создающие струи различного размера и конфигурации. Максимальную эффективность аэрации пенного продукта обеспечивает разработанная форсунка, создающая струю кольцевого сечения.

Сравнение результатов, полученных для струй кольцевого и круглого сечений показывает, что при одинаковых числах Рейнольдса соотношение расходов воздух-вода для кольцевого сечения форсунки значительно больше, чем для круглого сечения.

Так, при прочих равных условиях, максимальное соотношение расходов воздух-вода для кольцевого сечения форсунки составляет 1,3, а для круглого сечения всего лишь 0,75, т.е. более чем в 1,7 раза выше.

**Интенсификация процесса вторичного обогащения
в пенном слое вспененным маточным раствором**

Селивончик В.В., Щербакова М.К.

Белорусский национальный технический университет

Флотация хлорида калия на «ПО»Беларуськалий» осуществляется во флотационных машинах механического типа. Турбулентные потоки пульпы, циркулирующие в объеме флотокамеры, и всплывающие пузырьки воздуха выносят в находящуюся на поверхности пульпы минерализованную пену не только частицы сильвина, но и галит, который является пустой породой. Частицы галита, вынесенные в нижние слои пены, располагаются в водных прослойках между минерализованными пузырьками и постепенно смываются стекающим между пузырьками маточным раствором. При этом частички галита движутся по достаточно извилистым траекториям в тонких жидкостных прослойках между пузырьками.

Для обеспечения вторичного обогащения в пенном слое орошение пены необходимо осуществлять мелкодисперсными каплями воды. В случае флотации сильвина диспергирование маточного раствора на мелкодисперсные капли представляет собой сложную и порой невыполнимую задачу. Эффективность вторичного обогащения возрастает с увеличением дисперсности капель жидкости, что требует применения специальных форсунок с малым диаметром выходного отверстия. Эти форсунки при распылении маточного раствора очень быстро выходят из строя, т.к. отверстия забиваются кристаллизатом, образующимся в маточном растворе.

Разработан способ промывки минерализованной пены и вторичного обогащения флотационного концентрата при флотации сильвина. Новый способ позволяет осуществлять промывку поверхностного слоя минерализованной пены маточным раствором. Производственные испытания на .ПО«Беларуськалий» показали перспективность разработанного способа и созданного технологического оборудования, позволяющих сократить число перечисток.

**Разработка и исследование метода интенсификации
процесса растворения**

Ледян Ю.П., Щербакова М.К., Бессолова Л.В.

Белорусский национальный технический университет

В результате проведенных исследований разработан новый способ интенсификации процесса растворения высокомолекулярных материалов за счет турбулизации потоков благодаря конструкции лопастей импеллера, а также механического воздействия на растворяемые частицы флокулянта твердыми нерастворяемыми частицами. В качестве таких частиц использовался кварцевый песок.

Интенсивность перемешивания суспензии в аппаратах с мешалками определяется центробежным критерием Рейнольдса.

Исследовались импеллеры четырех типов, имеющие одинаковую площадь лопастей, но различную конфигурацию.

С помощью специального датчика и осциллографа фиксировались пульсации давления в емкости лабораторной мешалки при использовании импеллеров разной конструкции.

Исследования скорости растворения флокулянта для всех импеллеров осуществлялось путем отбора пробы раствора и определение с его помощью скорости осветления шламовой суспензии в мерном цилиндре.

Эффективность импеллера каждого типа определялось путем сравнения скорости растворения флокулянта при одинаковых значениях числа Рейнольдса и одинаковой длительности процесса. Для максимального использования эффекта воздействия нерастворимых частиц на процесс растворения флокулянта и его оптимизацию необходимо обеспечить такую частоту вращения импеллера, при которой нерастворимые частицы будут находиться во взвешенном состоянии, а деструкция макромолекул полимера в результате воздействия на них высоких касательных напряжений не возникнет.

Применение разработанного метода позволяет резко снизить энергоемкость процесса растворения, повысить качество приготавливаемых растворов и уменьшить расход дорогостоящих флокулянтов.

Обоснование повышенного коэффициента полезного действия разработанной гидротурбины

Недбальский В.К., Куриленко А.Е.

Белорусский национальный технический университет

У известных лопастных турбин к п.д. не превышает 40-45%.

Для увеличения к п.д. было предложено следующее:

1. Для обеспечения минимальных потерь при вращении гидротурбин расположенных на вертикальных валах, в турбинах имеются парные лопасти, установленные с возможностью поворота навстречу друг другу, которые раскрываются в активной зоне воздействия потока и складываются в пассивной зоне.

2. Установлено распределяющее устройство перед турбинами 4, которое сообщает потоку ускорение в активной зоне и уменьшает скорость потока в пассивной зоне. Кроме того, за турбинами установлены огибающие их плоскости, вследствие чего увеличивается мощность на валу турбины.

$F = \rho \cdot S \cdot \mathcal{G}^2 (1 - \cos \varphi)$, где φ – угол падения потока на лопасть.

3. Парные лопасти должны быть выполнены не в виде плоских пластин, а быть вогнутыми при движении по потоку и соответственно они будут выпуклыми при движении навстречу потоку в сложенном состоянии.

Соппротивление давления

$$F_{\text{дав}} = C_g \cdot S \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}, \quad \text{где } C_g \text{ -- коэффициент}$$

сопротивления давления.

Для прямоугольной пластины, $C_g = 1,1$;

Для вогнутой плоскости, $C_g = 1,33$

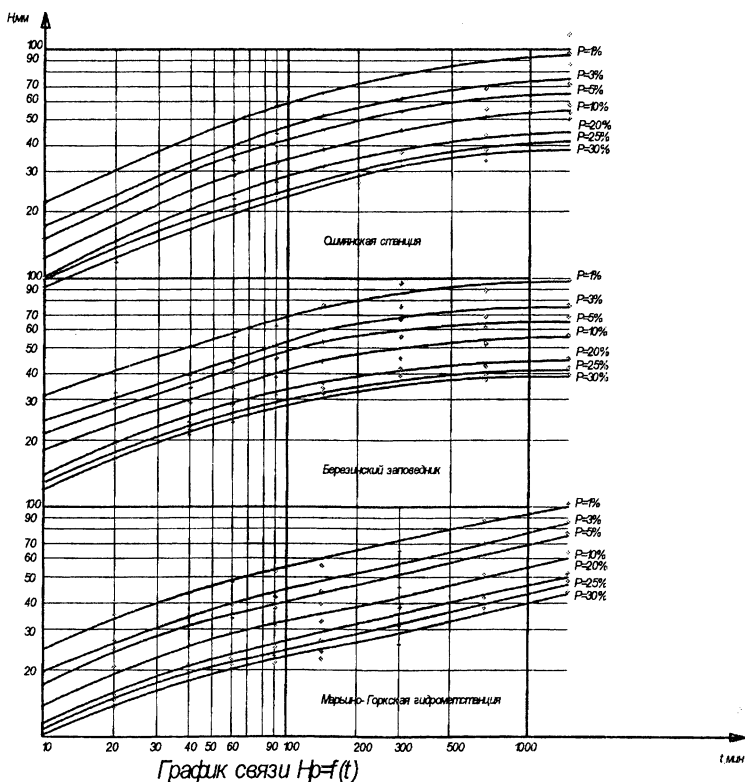
Для выпуклой плоскости, $C_g = 0,34$

Применив эти три фактора, можно добиться к п.д. гидротурбины около 70%.

**Стокообразующие слои дождевых осадков в регионах
Республики Беларусь, географически близких к
гидрометеорологическим станциям Марьина Горка,
Ошмяны и Березинский заповедник**

Юхновец В.Н., Шталов И.М., Баранов И.А., Мяделец С.О.
Белорусский национальный технический университет

На рисунке представлены результаты исследования слоев стокообразующих дождевых осадков, полученные по записям осадков плевниографами начиная с 1971 г.



**Опыт использования импульсных методов при
восстановлении дебита глубоких скважин**

Кондратович А.Н., Римша О.И., Евсюкова Е. И.
Белорусский национальный технический университет

На кафедре “Гидравлика” БНТУ разработан и прошел промышленные испытания газодинамический генератор импульсов для нефтяных скважин. Метод газогидроимпульсного воздействия на ПЗС основан на использовании энергии взрыва водородно-кислородной смеси в зоне перфорации.

При взрыве водородно-кислородной смеси излучается ударная волна с амплитудой $38P_0$ (P_0 -исходное давление газовой смеси, в условиях скважины $P_0 = P_{г.с.}$, $P_{г.с.}$ -гидростатическое). Ударная волна наиболее эффективно воздействует на твёрдые отложения солей в ПЗС и саму породу пласта, вызывая в них образование трещин. За ударной волной следуют знакопеременные волны давления и гидропоток, вызванные пульсациями парогазовой полости. Амплитуда волн давления достигает $10P_0$, а скорость гидропотока 8-10 м/с. Совместное воздействие волн давления и гидропотока приводит к расклиниванию в породе старых трещин и образованию новых. Кроме гидроимпульсного воздействия, ПЗС при взрыве подвергается и значительному тепловому прогреву. При взрыве 1 дм^3 газа при нормальных условиях выделяется примерно 7,1 кДж тепла, что приводит к повышению температуры жидкости в зоне взрыва на $35-40^\circ\text{C}$ за один импульс. Совместно с российской фирмой «Oil-ingeniring» были проведены испытания газодинамического генератора импульсов ГДГ-116 на скважине № 8080 НГДУ «Арланнефть» в Башкирии с интервалом перфорации 1550,4-1553,6 м. До обработки средний дебит скважины составлял 2 т нефти и 1,5 т воды. После обработки средний дебит составил 2,3 т нефти и 2,7 т воды. Разработанный генератор может быть успешно применен и для восстановления дебита глубоких водозаборных скважин и скважин на минеральную воду, так как до сих пор мало уделяется внимания вопросам восстановления дебита таких скважин.

Энергетическое строительство

Особенности определения расходов воды по данным измерений продольных осредненных скоростей в напорном трубопроводе с отклонениями живого сечения от круглого

Богданович М.И.

Белорусский национальный технический университет

Модель расхода воды в напорных трубопроводах представляется интегралом по площади живого сечения от поля продольной скорости. Соответственно, при измерении расхода воды измеряются продольные осредненные местные скорости в некотором количестве точек живого сечения и его размеры. ГОСТ 8.439 регламентирует измерения расхода воды методом "скорость – площадь" в напорных трубопроводах круглого сечения большого диаметра. Зачастую возникает необходимость измерения расходов воды в трубопроводах, изменивших в процессе эксплуатации форму живого сечения, например, из-за обрастания моллюсками. В таком случае применять для вычисления расхода рекомендации, изложенные в ГОСТ 8.439, не представляется возможным.

Предлагается метод вычисления расхода воды по данным измерения продольных скоростей, учитывающий форму живого сечения. В основу положен принцип интерполяции измеренных скоростей в точки живого сечения, где измерения не производились. При этом положение этих точек обуславливается очертаниями границы потока. Интерполяция выполняется с помощью полинома третьей степени, единственным образом проходящего через измеренные скорости. В результате интерполяции поле скорости может быть отражено большим количеством точек, чем рекомендуется по ГОСТ 8.439.

Вычисление расхода воды выполняется путем последовательного суммирования расходов, полученных путем умножения площадей элементарных площадок живого сечения на средневзвешенные по площадкам продольные осредненные скорости.

Представлено программное обеспечение для выполнения всех необходимых операций по интерполяции измеренных скоростей, вычисления средневзвешенных скоростей и расходов воды. Выполнена оценка погрешности вычисления расхода.

Рекомендации по реконструкции гидротехнических сооружений водохранилища "Саковщинское"

Круглов Г.Г., Линкевич Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

Водохранилище "Саковщинское" на р. Березина расположено в 12 км от г. Воложина. В состав гидроузла входит земляная плотина, паводковый водосброс и гидроэлектростанция (ГЭС), которая в течение нескольких десятилетий не работала.

Установлено, что прочность бутобетона на сжатие большинства конструкций ГЭС и паводкового водосброса колеблется в пределах 7,5...12 МПа, что соответствует классу бетона В15...В20 и не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к гидротехническому бетону напорных сооружений.

Техническое состояние здания гидроэлектростанции неудовлетворительное, ремонту и восстановлению не подлежит. В связи с этим рекомендуется возвести новое здание ГЭС. Реконструкция существующего здания ГЭС может быть выполнена на основании технико-экономического сравнения двух вариантов:

1) наземная и фундаментная часть здания ГЭС разбираются, а водопропускные пролеты водоприемника ГЭС со стороны верхнего бьефа заделываются бетонными стенками, доходящими до пролетного строения автодорожного моста;

2) здание ГЭС, водоприемник и водопропускной лоток разбираются, а на их месте возводится земляная плотина.

Реконструкцию паводкового водосброса необходимо выполнять под защитой перемычек. Если состояние бутобетона порога водосброса, удовлетворительное, прочность его соответствует предъявляемым требованиям, то реконструкцию водосброса можно выполнить путем разборки поврежденных бычков и береговых устоев и возведения новых бетонных конструкций.

При этом в бычках и береговых устоях следует предусмотреть со стороны верхнего бьефа две пары пазов, для размещения в них ремонтных и рабочих затворов, а со стороны нижнего бьефа – одну пару пазов для ремонтных затворов, что позволит регулярно проводить осмотр и ремонт конструкции водосброса.

Необходимо восстановить крепления дна, берегов и сопрягающих конусов земляной плотины в верхнем и нижнем бьефах.

**Исследование процесса заполнения жидкими шламами
центральной части ограждающей дамбы**

Круглов Г.Г., Линкевич Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

Дефицит грунтов для возведения дамб обвалования и свободных площадей под отходы обогатительных фабрик РУП "Беларуськалий" требует разработки мероприятий, позволяющих уменьшить изъятие земель из сельскохозяйственного оборота. Одним из таких решений может быть устройство дамбы обвалования, центральная часть которой возводится из глинисто-солевых шламов.

Исследования проводились в малом грунтовом лотке длиной 123 см, высотой 69 см и шириной 37 см со стеклянными стенками, в котором выполнены из песка дамбочки, ограждающие центральную зону, заполняемую жидкими глинисто-солевыми шламами. Ширина центральной зоны по низу 50 см, глубина 18 см, заложение откосов ограждающих дамбочек 1:1,5. Снизу центральная зона подстилалась слоем среднезернистого песка толщиной 18 см. В ходе опытов исследовался процесс осаждения твердой фазы глинисто-солевых шламов, скорость фильтрации осветленной воды и характер изменения свойств шламов в процессе естественного изменения их влажности.

В центральную зону заливались шламы жидкой консистенции глубиной 16 см. Сразу после заполнения этой зоны началась интенсивная фильтрация воды через подстилающий слой песка и ограждающие дамбочки. Измерение профильтровавшегося расхода воды осуществлялось объемным способом, а также фиксировалась интенсивность оседания грунтовой фазы шламов на дно и откосы дамбочек. Полностью фильтрация жидкости прекратилась через 3 суток.

После оседания грунтовой фазы на поверхности образовался прудок, жидкость из которого была удалена сифоном. После этого в течение двух месяцев произошло естественное высыхание шламов до тестообразного состояния.

На основании выполненных исследований разработана технология возведения ядер ограждающих дамб шламохранилищ из глинисто-солевых шламов жидкой консистенции.

Риск оборота промывных вод на станциях водоподготовки

Михайлик Л.Г.

Белорусский национальный технический университет

Практически на всех станциях водоподготовки имеются промываемые фильтры, расходующие значительные объемы воды при их промывке. Действующие отечественные нормы предусматривают оборот промывных вод после их обработки, т.е. возврат их в «голову» сооружений для последующей обработки вместе с исходной водой, поступающей на фильтры.

В РБ для питьевого водоснабжения используются преимущественно подземные воды, содержащие повышенные концентрации железа. Промывные воды после обезжелезивающих фильтров содержат высокие концентрации гидроксида железа – в среднем от 300 до 1000 мг/л. Взвесь тонкодисперсная, имеются как нитевидные (до 150 мкм), так и игловидные (10-12 мкм) включения. Имеются также конгломераты величиной до 50 мкм и шарообразные включения величиной около 0,2 мкм.

Для обработки промывных вод в настоящее время рекомендуется использовать отстаивание, флотацию, фильтрование или мембранное фильтрование (ультрафильтрацию). Наиболее дешевым и достаточно эффективным методом является отстаивание, наиболее часто используемое в Беларуси.

Однако при возврате промывных вод существует риск, заключающийся в возможности увеличения концентрации патогенных микроорганизмов, таких как *Giardia* и *Cryptosporidium*. Эти микроорганизмы способны вызывать серьезные нарушения здоровья людей.

Исследования, проведенные на кафедре «Водоснабжение и водоотведение», выявили, что отстаивание промывных вод должно осуществляться в течение не менее 12 ч, после чего осветленная промывная вода равномерно перекачивается в «голову» сооружений, при этом расход перекачиваемой воды не должен превышать 5 % от расхода очищаемой воды.

Микроскопические исследования отстоянной промывной воды не выявили наличия в ней патогенных микроорганизмов.

Использование брусита для обезжелезивания подземных вод

Михайлик Л.Г.

Белорусский национальный технический университет

Брусит – природный минерал гидроксида магния, составляющий основной объем бруситовых руд. Назван по имени американского минералога А. Бруса (1777-1818). Химическая формула $Mg(OH)_2$, состав чистого минерала – MgO - 69,12%; H_2O - 30,88%, плотность 2,37-2,42 г/см³. Обладает чрезвычайно высокими сорбционными свойствами по отношению к ионам металлов в водной среде. Сравнительная характеристика сорбционных способностей различных сорбентов приведена в таблице.

Таблица 2.1 – Сорбционная емкость различных материалов

| Сорбент | Сорбционная емкость, мг/г |
|-------------------------|---------------------------|
| Активированный уголь | 100-200 |
| Сульфуголь | До 100 |
| Смола, КУ-2 | 100-150 |
| Цеолиты | 40-50 |
| Модифицированный цеолит | 80-100 |
| Брусит | 900-1400 |

На кафедре «Водоснабжение и водоотведение» БНТУ проведены исследования по обезжелезиванию подземных вод фильтрованием через дробленый брусит с использованием математического планирования эксперимента. В качестве функции отклика принято остаточное содержание железа в фильтрате, параметров варьирования – исходное содержание железа (от 1 до 3 мг/л) и скорость фильтрования (от 3 до 7 м/ч). Результаты исследований свидетельствуют о пригодности дробленого брусита для удаления железа из воды и подтверждают его эффективность как сорбента.

Полученная на основании результатов исследований математическая модель позволяет устанавливать необходимую скорость фильтрования в зависимости от исходного содержания железа в очищаемой воде.

Пшоник М.Г.

Белорусский национальный технический университет

Удельное потребление тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение в ЖКХ Республики Беларусь составляет приблизительно 200...290 кВт ч/м²/год, что превышает в среднем в 1,25...1,8 раза величину потребления в других европейских странах с сопоставимым климатом.

В настоящее время актуальными стали расчеты по счетчикам. В Минске в жилищном фонде эксплуатируется свыше 5 тыс. общедомовых приборов учета холодной воды, свыше 2 тыс. – горячей, индивидуальных приборов учета воды в квартирах – 396 тыс., индивидуальных счетчиков электроэнергии – 670 тыс.шт. Однако появились дополнительные организационно-технические проблемы, игнорирование которых может свести на «нет» все преимущества применения приборов учета.

Неверный учет не позволяет свести балансы на любом участке сети трубопроводов и установок от источников до квартир в пределах суммарных норм точности измерений и реальных КПД установок. Население Беларуси иногда вынуждено потреблять и оплачивать воду в непотребном для себя объеме. Например, в Минске установленная норма потребления в 3...4 раза превышает норму потребления на 1 чел. на Западе. За этими цифрами скрываются не только огромные технические, социально-экономические и моральные проблемы, но и возможности их решения.

Выводы:

1) Реальный обоснованный потенциал экономии тепловой энергии в жилищном секторе составляет 40-50%. 2) Экономические стимулы энергосбережения для потребителей в секторе жилых и общественных зданий сталкиваются с рядом препятствий, основными из которых являются «непрозрачная» структура тарифов; недостаточно точный учет фактического потребления; невозможность регулирования потребления отдельных пользователей. 3) Используемые в практике проектирования и эксплуатации санитарно-технических систем эмпирические формулы требуют уточнения.

УДК 697.1.

Разработка методики исследований тепловлажностных характеристик материалов, используемых для выполнения наружной теплоизоляции стен зданий

Лешкевич В.В.

Белорусский национальный технический университет

Для анализа влажностного режима ограждающих конструкций зданий целесообразно использовать потенциал влажности. Для решения задачи нестационарного тепло-массопереноса в ограждающих конструкциях в постановке А.В. Лыкова в качестве исходных данных необходимо иметь значения удельной изотермической массоемкости c_m , коэффициента массопроводности λ_m (или потенциалопроводности a_m) и термоградиентного коэффициента, отнесенного к разности потенциалов, δ .

Согласно определению, c_m является частной производной влагосодержания по потенциалу влажности. В области гигротермического состояния c_m можно определить по изотерме сорбции. В области гидротермического состояния образцы материала с различной влажностью приводятся в термодинамическое равновесие с эталоном для определения потенциала влажности, по нескольким точкам строится кривая зависимости $u=f(\theta)$, откуда можно получить c_m .

Коэффициент a_m предлагается определять по методу В.Д. Ермоленко. Образец материала вводят в соприкосновение с эталонным телом, создавая систему полуограниченных тел. Продолжительность опыта выбирается такой, чтобы влажность удаленных концов образцов не изменилась за время проведения. Путем взвешиваний исследуемого тела строится график зависимости $\Delta G/A=f(\sqrt{\tau})$, где ΔG – изменение массы тела, A – площадь соприкосновения. Тангенс угла ψ наклона прямой $\Delta G/A=f(\sqrt{\tau})$ пропорционален $\sqrt{a_m}$.

Определение коэффициента δ предлагается выполнять по методу стационарного режима, разработанному А.В. Лыковым. В ряде случаев, как доказано различными исследователями, значение термоградиентного коэффициента является универсальным (одинаковое или отличается незначительно) для большинства капиллярно-пористых строительных материалов.

Влияние различных факторов на формирование микроклимата в отопляемых помещениях

Захаревич А.Э.

Белорусский национальный технический университет

Обеспечение требуемых параметров микроклимата в помещениях является актуальной задачей. От качества решения данного вопроса зависит самочувствие людей, и (или) качество производимой продукции.

На распределение параметров микроклимата влияет множество факторов. Среди них отметим следующие: теплотехнические характеристики ограждений, геометрические характеристики помещения, наличие в нем препятствий для движения воздуха в виде перегородок, мебели, оборудования и т.п., тип, мощность отопительных приборов, их местоположение, способ обеспечения вентиляции.

Иллюстрацией к вышесказанному может служить расчет многосветного пространства проектируемого торгово-развлекательного центра. Ширина помещения составляет 14 м, высота – 25 м. Высота сплошного остекления – 20 м. Задача заключалась в том, чтобы определить возможность применения конвекторов для обеспечения допустимой температуры на поверхности ограждений при расчетной температуре воздуха (15°C). Результат оказался следующим. При столь большой высоте сплошного остекления возникающий на его поверхности холодный поток воздуха приобретает такую интенсивность, что теплый поток воздуха от расположенных под остеклением конвекторов не в состоянии справиться с ним. В итоге теплый воздух от отопительных приборов уносится вглубь помещения. В данных условиях температура внутренней поверхности остекления снижается до отрицательных значений, что неизбежно приводит к образованию инея.

Таким образом, использование математических моделей позволяет на этапе проектных работ моделировать процессы переноса в отопляемых помещениях, найти оптимальное решение системы отопления, оценить состояние ограждающих конструкций, дать оценку степени комфортности среды обитания человека и т. п.

Формирование параметров микроклимата православных храмов

Борухова Л.В., Тумащик Е.П.

Белорусский национальный технический университет

При проектировании систем отопления и вентиляции православных храмов основной проблемой является создание и поддержание требуемых параметров микроклимата в помещениях. Это затрагивает не только строящиеся храмы, но и восстанавливаемые и реконструируемые уникальные сооружения. Ошибки, возникающие при проектировании систем вентиляции, в комплексе с недостаточной теплозащитой здания могут привести к выпадению конденсата на внутренних поверхностях наружных стен. Это в свою очередь создает неблагоприятные условия для сохранности настенной живописи, иконостасов и других элементов убранства храма.

В частности примеры таких случаев были выявлены при обследовании храма на Подворье в Новинках, входящего в комплекс храмов Свято-Елисаветинского монастыря. В результате проведенных обследований были получены следующие данные: расчетное сопротивление теплопередаче наружных ограждений храма составляет: для стен $R_T = 1,07 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, конструкций барабана главы $R_T = 0,94 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ и купола $R_T = 0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, что меньше нормативного $R_{\text{норм}} = 2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$; температура внутреннего воздуха в помещениях храмов составляет $16 \dots 18 \text{ °C}$, что соответствует нормативным требованиям; в основных помещениях храма относительная влажность воздуха составляет $60 \dots 70\%$, что превышает максимально допустимую, равную 55% ; в большинстве случаев работа системы вентиляции не обеспечивает требуемый воздухообмен и равномерное проветривание помещений. В основном помещении храма производительность системы вентиляции составила $1000 \text{ м}^3 / \text{ч}$, при нормативном воздухообмене $4500 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

Проведенные исследования показали целесообразность дальнейшего углубленного изучения и разработки рекомендаций по организации тепло-влажностного режима и воздухообмена помещений православных храмов.

Формирование температурного режима ледового поля спортивных сооружений

Дячек П.И., Ливанский Д.Г.

Белорусский национальный технический университет

Высокий уровень достижений, показанных спортсменами на различных первенствах по ледовым видам спорта, базируется на подготовке спортсменов и техническом совершенстве ледового комплекса.

Системное решение задачи о формировании сопротивления скольжению и целенаправленное структурирование кристаллической решётки поверхностного слоя льда, включая учет особенностей различных видов спорта, содержит наибольшие технические возможности. Существенное влияние среди средств инженерного направления на уровень спортивных результатов может оказать температурный режим ледовой плиты.

Температурный режим ледового поля в общем случае может рассматриваться как нелинейная, нестационарная задача теплопроводности с распределенными теплофизическими коэффициентами (λ, c, ρ) и с внутренними источниками (стоками) теплоты q_v . В силу этого при исследовании рассматриваемых процессов решается дифференциальное уравнение теплопроводности:

$$\rho c(x, y, z, T) \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda(x, y, z, T) \frac{\partial T}{\partial x} \right] + \\ + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda(x, y, z, T) \frac{\partial T}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\lambda(x, y, z, T) \frac{\partial T}{\partial z} \right] + q_v.$$

При решении данного уравнения краевые условия задаются исходя из конкретных условий переноса теплоты в системе рассматриваемого ледового стадиона.

На границе сопряжения ледовой плиты с окружающей средой учитываются процессы конвективного тепло- и массопереноса в прилегающем слое воздуха и радиационный теплообмен с окружающей оболочкой, а для открытых стадионов и особенности взаимодействия с мировым пространством, а также излучение солнца.

**Анализ источников теплоты для систем отопления
индивидуального жилого дома**

Решенок И.Н., Покотилов В.В.

Белорусский национальный технический университет

Потребление ископаемых ресурсов за последние 50 лет на фоне предыдущей многовековой эволюции Земли представляется тепловым взрывом, глобально повлиявшим на потепление климата.

Примером эффективного применения возобновляемых источников является самая большая в мире солнечная тепловая станция (площадь панелей составляет 18 000 м²), поставляющая небольшому датскому городку 100% необходимой теплоты. В рамках проекта «Солдс» во Франции разработана технология использования геотермальной энергии на равнинах. Специальными бурами раскалывают земную породу, закачивают воду и получившийся пар используют в традиционном цикле ТЭЦ. Геотермальную энергию можно добывать на 50-60% земной поверхности, т.ч. и в Республике Беларусь, в центральной и северной зонах Припятского прогиба в Гомельской области и на западе Брестской области. Энергетическая ситуация в Беларуси отражена в Декрете Президента Республики Беларусь № 3 от 14.05.2007. Доля импортируемых ископаемых источников энергии будет активно снижаться за счет местных видов топлива и возобновляемых источников.

Предлагается комплексный подход для теплоснабжения индивидуальных жилых домов в виде приоритетного выбора используемых источников в едином автоматизированном решении системы отопления. Приоритетная последовательность применяемых источников теплоты следующая: солнечная архитектура – активные гелиосистемы горячего водоснабжения и отопления – утилизируемая теплота сбросов – дрова, пиллеты – природный газ или тепловые сети (от квартальной котельной, дизель-электрической миниТЭЦ или геотермальной ТЭЦ). Оптимальным является вариант совместного использования солнечной архитектуры, гелиосистемы и твердого топлива в виде дров или пиллет, что позволит до 70% годовых потребностей в теплоте замещать возобновляемыми источниками энергии.

Термомодернизация ограждающих конструкций с использованием модулей ячеистой структуры

Хрусталеv Б.М., Сизов В.Д., Акельев В.Д., Золотарева И.М.
Белорусский национальный технический университет

У вертикальных, горизонтальных, наклонных внешних поверхностей ограждений отапливаемых зданий возникает естественная, вынужденная, смешенная конвекция (течение) воздуха.

Течение, обусловленное только разностью температур между поверхностью и наружным воздухом можно рассматривать как факел (одномерный, двумерный, осесимметричный) с образованием «следов» [Янь, Харувик, Лев и Джалурия и др.]. При этом наружный воздух у вертикальных поверхностей теплообмена в уравнениях тепло- и массопереноса можно рассматривать как стратифицированную жидкость.

Наличие у внешней поверхности модулей с микромодулями ячеистой, цилиндрической, прямоугольной конфигураций позволяет считать воздух в ограниченных контурах как нестратифицированную жидкость с использованием соответствующих уравнений и пренебречь вязкой диссипацией.

Расчеты при различных геометрических размерах микромодулей ячеистой формы показали, что их внутренняя область является изотермической и имеет стабильную завихренность.

При толщине модулей до 20 мм конвекция отсутствует, коэффициент теплоотдачи увеличивается с увеличением числа Грасгофа. Если число Рэлея мало – основным механизмом переноса теплоты является тепло-радиационный перенос.

Выявлено, что в зависимости от отношения характерных размеров, параллельных и перпендикулярных тепловому потоку влияние ограничивающих поверхностей на границы конвекции, структур переходных и турбулентных течений существенно.

Результаты проведенных исследований согласуются с классическими теориями, разработанными Бэтчелором, Муллем, Рейером, Уилксом, Гершуни, Карлсоном и др. и позволяют применить их для создания конструкции термомодернизированных внешних ограждений, выполненных из модулей ячеистой, цилиндрической, прямоугольной конфигураций с целью экономии тепловых ресурсов.

**Пути снижения материалоемкости распределительных
газовых сетей низкого давления**

Артихович В.В.

Белорусский национальный технический университет

Широко используемые для газоснабжения городов двух-, трех- и многоступенчатые системы газоснабжения с газорегуляторными пунктами (ГРП) имеют один серьезный недостаток – большую протяженность газопроводов низкого давления, что приводит к значительным материало- и капиталозатратам.

Для снижения этих затрат используются системы с квартальными и домовыми регуляторными пунктами. Однако при этом появляется большое количество регуляторов давления, эксплуатация которых требует больших материальных затрат и высокой организации обслуживания и проведения ремонтных работ. Кроме того, существенно повышается опасность утечек с повышением давления газа в распределительных сетях.

Эффективным решением данной проблемы является, на наш взгляд, повышение давления газа на выходе из ГРП с 3 до 5 кПа, что не противоречит действующим нормативам (СНБ 4.03.01-98). В этом случае расчетный перепад давления для всей системы (наружных и внутримоновых газопроводов) составит 3 кПа, из которых 2 кПа приходится на распределительные внутриквартальные газопроводы и 1 кПа на внутримоновые газопроводы. Ранее было показано, что увеличение давления перед газовыми приборами (до 2 кПа) и располагаемого перепада давления во внутримоновой системе снижает ее металлоемкость на 20-25 %.

Нами выполнен гидравлический расчет распределительных систем газоснабжения низкого давления для нескольких жилых районов различных городов с населением 20-30 тыс. человек на расчетный перепад давления 1200 (существующий) и 2000 Па (предлагаемый).

Результаты проведенных расчетов показывают, что повышение давления на выходе из ГРП до 5 кПа (вместо 3 кПа) позволяет уменьшить диаметр прокладываемых газопроводов и снизить материалоемкость распределительной сети низкого давления на 12-15 %.

Исследование аэродинамических режимов вытяжных систем вентиляции на модели «теплого» чердака жилого дома

Протасевич А.М., Якимович Д.Д.

Белорусский национальный технический университет

С целью выяснения причин неудовлетворительной работы систем естественной вентиляции зданий с теплыми чердаками и определения пути их нормализации выполняется комплекс исследований по изучению аэродинамических особенностей их системы вентиляции.

Для выполнения стендовых экспериментальных исследований аэродинамического режима внутри "теплого" чердака изготовлена модель чердачного помещения одной секции типового панельного жилого дома серии 464-У1. Модель выполнена в масштабе 1:20.

Выполнены измерения давлений в различных участках объема чердака при различных скоростях истечения воздуха из сборных вентиляционных каналов при различных аэродинамических режимах (разрежение, нагнетание) в «теплом» чердаке. Измерения проведены для различных форм вентиляционных оголовков при стандартной конструкции чердачного помещения и для варианта с разделением чердачного помещения на две части.

В процессе исследований производилось задымление воздушного потока с помощью специальных дымовых шашек с целью визуализации воздушных течений. Выполнена видеосъемка.

По результатам исследований представлены графические зависимости формирования давлений в каналах-попутчиках вентиляционных стояков и в различных участках помещения «теплого» чердака. Проведен анализ полученных результатов, определены закономерности влияния форм оголовков вентиляционных каналов на формирование давлений в каналах-попутчиках и объемов воздухоудаления через сборные вентиляционные каналы.

По результатам видеосъемки были составлены схемы воздушных течений в чердачном помещении.

Расчет гидравлического сопротивления движущихся и неподвижных слоев зерна в зависимости от конструкции сушилки и направления движения агента сушки

Байлук Н.Д., Занкевич В.А., Калиниченко Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Слой (неподвижный или движущийся) в процессе сушки или хранения зерна представляет собой массу сыпучего материала, ограниченную с одной или с двух сторон сетками или решетками, создающий совокупное равномерное сопротивление потоку, пронизывающему это препятствие. Соответственно общее гидравлическое сопротивление потоку агента сушки следует рассматривать как совокупность сопротивлений решеток и слоя. Природа сопротивления плоских решеток такая же, как и при протекании потока через диафрагму. Коэффициент сопротивления плоской решетки вычисляется по тем же формулам, что и для диафрагмы:

$$\zeta_1 = \Delta P / \rho \omega^2 / 2 = 2\Delta P / \rho \omega^2 \quad [1].$$

При установке двух решеток на расстоянии больше, чем 15 δ листа решетки, сопротивление их удваивается.

Коэффициент сопротивления сыпучего слоя можно вычислить по формуле Бернштейна, Померанцева и Шагаловой:

$$\zeta_2 = K\lambda \cdot l_0 / d_3 = \lambda \cdot l_0 / d_3 \quad [1].$$

Если прохождение газа (агента сушки) через препятствие сопровождается охлаждением или нагреванием его, то коэффициент сопротивления:

$$\zeta_t = 2\Delta P / \rho_{cp} \omega_{cp}^2 = \zeta + \Delta\zeta_t \quad [1].$$

В случае оформления слоя в виде цилиндра удельные потери, т.е. потери давления, приходящиеся на единицу толщины слоя при данном расходе агента сушки, меняются. Характер изменений зависит от направления движения агента сушки. Для движущихся слоев коэффициент сопротивления больше, чем для неподвижных.

Таким образом, для принятых к разработке ромбических и цилиндрических модулей сушилок коэффициенты сопротивления будут:

$$\zeta = \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_t + \zeta_\omega = \sum \zeta.$$

1. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям.

**Массоперенос в стыковых сопряжениях
отапливаемых зданий**

Хрусталеv Б.М., Сизов В.Д., Акельев В.Д., Золотарева И.М.,
Абаркина Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Актуальной проблемой при экономии ТЭР является аэродинамические процессы при контакте двухфазовой системы (капельная влага – воздух) с внешними поверхностями вертикальных и горизонтальных стыковых сопряжений.

Массопоток у поверхности стыкового сопряжения – это полидисперсная смесь капель в воздухе. Используя известную в механике аэрозолей концепцию допустимо рассматривать движение одиночной капли в потоке воздуха, обобщив закономерностей при движении полидисперсной смеси капель.

Выявлено, что одни и те же элементы стыка являются эффективным барьером для крупных капель и малоэффективными при сепарации мелких капель. Получены данные по спектральному распределению размеров капель в зависимости от интенсивности дождя.

Проанализировано, что при обтекании стыковых сопряжений набегающий воздушный поток деформируется, у здания образуются восходящие потоки, локальные крупномасштабные вихри и т. д., что приводит к перераспределению в пространстве набегающего на здание полидисперсного потока капельной влаги и неравномерному орошению стыковых сопряжений, расположенных на различных уровнях.

Оптимальный контакт разработанных регулируемых гидравлических сопряжений с материалами стыковых элементов при наличии в различных оболочках флюидов с подобранными термofизическими характеристиками достигается наличием в оболочке линейных, объемных или точечных источников теплоты или внедрением (удалением) в оболочку дополнительного объема флюида.

Результаты проведенных исследований позволили предложить технологию производства стыковых сопряжений с использованием гидротеплопневморегулируемых элементов.

Анализ технических характеристик современных воздухораспределителей и области их применения

Борухова Л.В., Дорошко Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Особый интерес в ряду технических характеристик воздухо-распределителей (ВР) представляют скоростной m и температурный n коэффициенты, отражающие интенсивность изменения на оси приточной струи скорости и избыточной температуры. Эти коэффициенты являются определяющими при вычислении параметров приточной струи, указанных в п.5.10 СНБ 4.02.01-03, при входе струи в рабочую зону (РЗ).

На современном рынке проектирования существует много ВР вообще без данных коэффициентов или к ним приводятся номограммы для расчета воздухораспределения. Поэтому была произведена попытка определить и проанализировать коэффициенты m и n по номограммам производителя вентиляционного оборудования "IMP-klima", а также по уже известным значениям определить применимость к конкретным схемам подачи воздуха в помещение.

Результаты расчетов приведены в следующей таблице.

| Наименование ВР | m | n | Схема подачи |
|----------------------------|------------|------------|--------------|
| Стальные решетки JR | 2,56--5,50 | 1,91--4,06 | Б, В |
| Алюминиевые решетки AR | 2,69--7,13 | 1,99--6,08 | Б, В |
| Вертикальные диффузоры SD | 0,12--1,20 | 0,10--0,99 | А, Д |
| Сопловые ВР типа VS | 8,06--9,86 | 5,43--6,65 | Б, В, Е |
| Квадратные диффузоры KD | 0,53--1,19 | 0,48--1,59 | Д |
| Круглые диффузоры типа OD | 1,03--1,22 | 0,94--1,11 | Г, Д, Е |
| Вихревые диффузоры типа OD | 0,64--1,34 | 0,19--0,96 | Г |
| Линейные диффузоры типа LD | 1,12--2,42 | 1,01--2,20 | А, Г |

Примечание: А – непосредственно в РЗ; Б – наклонными струями в направлении РЗ; В – настилающимися струями; Г – сверху вниз по направлению к РЗ; Д – сверху вниз рассредоточенной струей; Е – горизонтальными сосредоточенными струями выше РЗ.

Ни один отечественный производитель ВР не приводит данные для расчета воздухораспределения, что затрудняет применение отечественного оборудования в проектах систем вентиляции.

Технико-экономическая эффективность применения утилизаторов теплоты

Кашеева О.В.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня широко применяются утилизаторы теплоты, работающие в широком диапазоне изменения расходов, температуры и влажности приточной и вытяжной воздушных сред. Однако в большинстве случаев, технико-экономическая оценка последствий их применения не производится из-за недоступности, а возможно и отсутствия методик расчета и информации в технической литературе.

Представляется полезным найти технические и экономические критерии оценки последствий применения утилизаторов в различных производственных условиях. Предварительные оценки показывают, что, например, пластинчатые перекрестноточные утилизаторы теплоты при температуре наружного воздуха ниже -5°C обмерзают и не используются. Срок окупаемости их в системах общеобменной вентиляции в условиях РБ составляет до 15 лет. В этой связи планируемое исследование представляется важным и актуальным.

Уравнения переноса теплоты в пластинчатых рекуператорах могут быть представлены системой:

$$\begin{cases} \frac{\partial t_e}{\partial \tau} = -v_x \frac{\partial t_e}{\partial x} - v_y \frac{\partial t_e}{\partial y} - \frac{k}{c \cdot \rho} \frac{2}{\Delta} (t_e - t_n), \\ \frac{\partial t_n}{\partial \tau} = -u_x \frac{\partial t_n}{\partial x} - u_y \frac{\partial t_n}{\partial y} + \frac{k}{c \cdot \rho} \frac{2}{\Delta} (t_e - t_n), \end{cases}$$

где t_e, t_n — температура внутреннего и наружного воздуха соответственно, $^{\circ}\text{C}$; v_x, v_y, u_x, u_y — скорости потоков внутреннего и наружного воздуха в проекциях на оси координат x, y , м/с; τ — время, с; c — удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг $\cdot^{\circ}\text{C}$); ρ — плотность потока воздуха, кг/м³; Δ — расстояние между пластинами; k — коэффициент теплопередачи, Вт/(м²· $^{\circ}\text{C}$).

Решение этой системы для возможного диапазона изменения определяющих факторов позволит определить количество утилизируемой теплоты и оценить целесообразность применения утилизаторов в конкретных производственных условиях.

Ультразвуковой метод измерения влажности зерновых сельскохозяйственных культур

Байлук Н.Д.¹, Булко М.И.², Занкевич В.А.¹, Лисовский В.В.²,
Калиниченко Е.С.¹

Белорусский национальный технический университет¹
Белорусский аграрный технический университет²

В работе рассмотрена возможность использования ультразвукового (УЗ) метода для измерения влажности зерновых сельскохозяйственных культур (ЗСК). ЗСК относятся к коллоидным капиллярно-пористым материалам физико-механические свойства которых существенно зависят от влажности. В работе отмечены основные недостатки применения УЗ-метода для целей влагометрии.

Рассматривается модель распространения продольной УЗ-волны по зерновому слою. В основу модели положен предельный случай, когда основной поток упругой энергии от излучателя к приемнику ультразвука переносится по каркасу зернового слоя, т.к. $\rho_{3з} v_{3з} \gg \rho_{воз} v_{воз}$, где $\rho_{воз} v_{воз}$ – плотность и скорость продольной УЗ-волны воздуха. В каркасе слоя ЗСК вдоль распространения продольной УЗ-волны по зерновкам, находящимся в акустическом контакте друг с другом, выделяют трубки тока скоростей (ТСК) с параметрами: площадь равна площади контакта между зерновками S_k , эффективная длина ТСК $l_{3ф} = v_{3з} \tau_{3з}$ ($\tau_{3з}$ – время прохождения УЗ-волны по ТСК). Установлена связь между влажностью по сухому зерну $W_{3з}^c$ с S_k , модулем упругости $E_{3з}$, эффективным коэффициентом акустической жесткости $\beta_{3з}$. Показано, что кривую $E_{3з} = f(W_{3з}^c)$ по влажности можно разбить на три участка. Для измерения влажности выбран импедансно-скоростной способ и произведена калибровка УЗ-влагомера по зерну с известной влажностью. В работе приводятся зависимости $\rho_{3з}^H, v_{3з}^H, E_{3з}^H, \beta_{3з}^H$ от влажности $W_{3з}^c$ пшеницы.

В заключение следует отметить, что приведенный УЗ-влагомер менее эффективен по сравнению с высокочастотными и СВЧ-влагомерами из-за высокой погрешности измерения влажности ЗСК.

К вопросу использования аккумулирующей способности тепловых сетей и зданий при ограничении нагрузки отопительных отборов турбоустановок ТЭЦ

Копко В.М., Качан С.А., Коленковский С.О.

Белорусский национальный технический университет

Существует возможность использования «скрытых» вращающихся резервов теплофикационных агрегатов временным сокращением расхода пара в отопительные отборы.

При невозможности форсирования пиковых водогрейных котлов (ПВК) и при непродолжительном снижении отпуска теплоты возможно использовать аккумулирующую способность тепловых сетей и зданий.

Относительный расход теплоты, соответствующий снижению температуры внутри помещения от исходной $t_{\text{вн}}^{\text{исх}}$ на 1°C за время τ при коэффициенте аккумуляции теплоты помещением β и разности между исходной температурой внутри и вне помещения $\Delta t = t_{\text{вн}}^{\text{исх}} - t_{\text{вн}}$ можно оценить по формуле

$$\bar{Q}_p = \frac{(\Delta t - 1) - \Delta t e^{-\tau/\beta}}{\Delta t(1 - e^{-\tau/\beta})}$$

Найденные при $\beta = 40$, $t_{\text{вн}}^{\text{исх}} = 18^\circ\text{C}$ и $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ значения τ , соответствующие разным значениям \bar{Q}_p даны в таблице.

| $t_{\text{вн}}, ^\circ\text{C}$ | $\bar{Q}_p = 0,8$ | $\bar{Q}_p = 0,7$ | $\bar{Q}_p = 0,5$ |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| -25 | 5 часов | 3,2 часов | 1,8 часов |
| -20 | 5,7 часов | 3,7 часов | 2,2 часов |
| -15 | 6,5 часов | 4,2 часов | 2,5 часов |
| -10 | 7,9 часов | 5,1 часов | 3,0 часов |
| -5 | 9,9 часов | 6,2 часов | 3,7 часов |
| 0 | более 12 часов | 8,2 часов | 4,7 часов |
| +5 | | 11,8 часов | 6,7 часов |

Снижение отпуска теплоты на $\Delta Q_p = 0,2$ соответствует увеличению электрической мощности турбины на 1...15 МВт в зависимости от типа установки и ее исходной нагрузки.

Инженерное обеспечение строительства

Стенды для сертификационных испытаний на ударное воздействие элементов строительных конструкций

Шишлаков П.В.

Белорусский национальный технический университет

Принцип действия ударных стендов с регулируемым гидроупругим приводом основан на использовании энергии предварительно сжатой рабочей жидкости для разгона платформы с испытуемым изделием. Благодаря большой мощности гидроупругого привода появилась возможность создавать ударные ускорения большой величины ($1500 - 4000 \text{ м/с}^2$) за время в несколько миллисекунд при минимальных перемещениях подвижных частей ($7 - 50 \text{ мм}$).

Стенды с регулируемым гидроупругим приводом могут работать в режиме одиночных и многократных ударов и использоваться для испытаний на ударную прочность и ударную устойчивость.

Гидроупругий привод обеспечивает стабильность рабочих характеристик и универсальность стендов, заключающуюся в возможности регулирования параметров импульса ударного ускорения: пикового значения, длительности и формы.

Конструкции стендов можно систематизировать и классифицировать по следующим основным признакам: тип привода; тип внешнего источника энергии; количество камер давления и способ их соединения; система зарядки аккумулятора энергии; система управления работой стенда; технологические и конструктивные параметры регулирования (давление в рабочей камере, объем рабочей камеры, активная площадь плунжера, модуль объемной упругости рабочей жидкости); рабочие параметры регулирования (форма импульса ударного ускорения, пиковое значение ударного ускорения, длительность импульса).

Анализ процесса создания новых конструкций ударных стендов на основе регулируемого гидроупругого привода позволил выявить основные классификационные признаки, знание которых дает возможность прогнозировать их развитие и планировать дальнейшие исследования с целью создания современной конкурентоспособной испытательной техники.

Оптимизация нелинейно деформируемой плиты кусочно-постоянного сечения, ослабленной отверстием

Вербицкая О.Л.

Белорусский национальный технический университет

Поставлена задача оптимизации поперечно изогнутой железобетонной плиты. Статический расчет выполнен с помощью авторской программы *Sturm* по методу конечных элементов. Жесткость конечных элементов, предельный изгибающий момент и ширина раскрытия трещин определялись по методике СНБ 5.03.01-02. В связи с этим плита рассматривается как нелинейно деформируемая и анизотропная.

В качестве целевой функции принята стоимость плиты, которая складывается из стоимости бетона и арматуры.

$$C(\vec{X}_0) = \min C(\vec{X}), \quad \vec{X} \in R_n \quad \vec{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T,$$

Поставлены конструктивные ограничения, ограничения по прочности, ширине раскрытия трещин и жесткости

$$x_{lim} - x_k \geq 0, \quad M_{Rd} - M_{Sd} \geq 0, \quad w_{lim} - w_k \geq 0, \quad a_{lim} - a_k \geq 0,$$

где M_{Rd} , w_{lim} , a_{lim} – предельный изгибающий момент, допускаемые ширина раскрытия трещин и прогиб.

Выполнена оптимизация защемленной по краям плиты размерами 5600×3000 мм, загруженной распределенной нагрузкой 150 кПа. В качестве параметров оптимизации приняты толщина плиты и площадь сечения арматуры, для которых приняты ограничения снизу – 50 мм и 0,5 см²/м. Допускаемый прогиб и ширина раскрытия трещин согласно СНБ 5.03.01-02 не должны превышать соответственно 28 мм и 0,4 мм.

Анализ полученных результатов исследования показал, что оптимальное решение для выбранной в примере плиты может быть получено при изменении ее толщины от 120 мм до 300 мм и изменения площади арматурной сетки от 1,2 мм² до 5 мм².

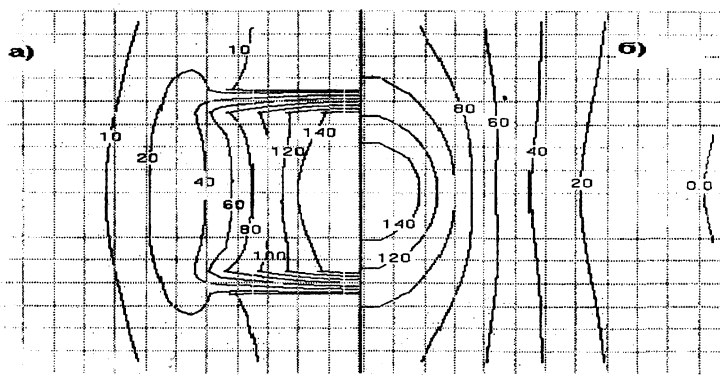
По результатам расчета, полученного с помощью программы *Sturm* и методам сокращения ресурсов, получена оптимальная по стоимости материала плита толщиной 180 мм и площадью арматурной сетки 1,7 см²/мп.

Исследование распределения внутренних сил в прямоугольной плите переменной жесткости на упругом основании

Шевчук Л.И., Вербицкая О.Л.

Белорусский национальный технический университет

Расчет плиты на упругом винклеровском основании выполнен методом конечных элементов. Размеры плиты $3,6 \times 2,4$ м. Толщина крайнего уступа плиты принята равной 40 см, а среднего 120 см. Численная модель построена из 384-х пластинчатых конечных элементов. Вертикальная нагрузка приложена к верхнему уступу и равна 1730 кН. Для расчета использована авторская программа *Plita*. По результатам расчета построены карты изолиний для плиты постоянной (а) и переменной (б) толщины.



Карты изолиний изгибающих моментов для
плиты переменной (а) и постоянной (б) толщины

Установлено, что у краев верхнего уступа плиты переменной толщины наблюдается изломы и сгущение изолиний, то есть имеет место концентрация внутренних сил по углам верхнего уступа. Нижний уступ плиты разгружается за счет загрузки верхнего уступа. В гладкой плите и в плите переменной толщины изгибающие моменты примерно одинаковые и отличаются не более чем на 10%.

**О напряженном состоянии дорожного покрытия
под колесом автомобиля**

Кравченко С.Е., Кончиц А.Е., Югова М.В.

Белорусский национальный технический университет

Надежность и долговечность автомобильных дорог зависят в первую очередь от того, насколько прочность дорожной конструкции отвечает требованиям сопротивления воздействию транспортной нагрузки и климатических факторов.

Наиболее распространенным дефектом асфальтобетонного покрытия является образование колеи за счет накопления пластических деформаций в верхних слоях.

За последнее десятилетие условия работы дорог существенно изменились в связи с ростом интенсивности движения и увеличением количества более тяжелых многоосных автомобилей. Пластические деформации дорожного покрытия являются основной причиной образования колеи. Вследствие повышения пластичности, снижения структурной вязкости асфальтобетона при высоких температурах и значительных нагрузках, происходит накопление остаточных как вертикальных, так и горизонтальных деформаций. Наиболее интенсивно накопление остаточных деформаций происходит летом при высокой температуре воздуха.

На дорожное покрытие передается вертикальная нагрузка от транспортного средства и горизонтальная, вызываемая действием тяговых или тормозных усилий на прямолинейных участках дорог и действием центробежной силы на криволинейных участках. Физические процессы в зоне контакта колеса и дорожного покрытия обусловлены характером распределения нормальных и касательных усилий, определяемых величиной и интенсивностью и продолжительностью действия транспортной нагрузки.

Материал дорожного покрытия находится в условиях объемного напряженного состояния, при котором нормальные и касательные напряжения действуют по всем площадкам выделенного элемента. Для исследования прочности асфальтобетонного покрытия необходимо применять гипотезы прочности.

Срок службы дорожных железобетонных мостов и пути его продления

Зиневич С.И., Венцкович В.Б., Голубев И.А., Кончиц А.Е.
Белорусский национальный технический университет

С течением времени под воздействием погодно – климатических факторов и подвижной нагрузки на железобетонных дорожных мостах образуются дефекты, которые определяют срок службы моста между капитальными ремонтами. Практика показывает, что на одних мостах дефекты образуются в более короткие сроки чем на других. Поэтому в данной работе была поставлена цель на основании детального изучения дефектов установить основные причины их образования, а также причины способствующие динамики их развития. Изучение дефектов осуществлялось на магистральных и республиканских дорогах. На первом этапе все дефекты разделили на два класса. К первому классу отнесли дефекты, которые по своей сущности не могут развиваться во времени. Это такие дефекты как отсутствие барьерного или перильного ограждения на подходах, наличие деревьев в зоне моста и др. Все эти дефекты можно назвать «разовыми», ибо их нужно устранить один раз и забыть про них.

Ко второму классу относили дефекты, которые появляются в процессе эксплуатации мостов и развиваются с течением времени. Эти дефекты называли разрушениями. Разовых дефектов оказалось более трети.

Проведенный анализ дефектов второго класса показал, что одними из основных причин образования разрушений являются: замочание бетона водой, перегрузка пролетных строений дорожной одеждой и наличие неровностей на проезжей части, усиливающей динамическое воздействие транспорта на конструкции моста.

Таким образом, для продления сроков службы мостов между капитальными ремонтами необходимо: устранить все «разовые» дефекты; устранить перегрузку мостов дорожной одеждой; провести работы по выравниванию покрытия на мостах; выполнить работы по устранению причин замочания бетона водой; отремонтировать разрушение бетона в первую очередь места, где оголена арматура.

**Исследование влияния толщины слоя дорожной одежды
на запас прочности моста**

Балыкин М.К., Зиневич С.И., Югова М.В., Венцкович В.Б.
Белорусский национальный технический университет

При проектировании мост рассчитывается на определенную нагрузку. По мере эксплуатации прочность моста уменьшается вследствие появления дефектов, особенно тех дефектов, где происходит коррозия арматуры, а следовательно, уменьшение ее диаметра. Одним из дефектов, также уменьшающих прочность моста, является перегрузка его дорожной одеждой. Такой дефект образуется при ремонте покрытия проезжей части моста без удаления старого покрытия, что создает дополнительную нагрузку на мост. Серьезность этой проблемы можно показать таким простым расчетом. Например, на мосту длиной 24 м или одном пролете такой длины при ширине проезжей части 11.5 м на каждые 20 см высоты дополнительного слоя асфальтобетона при его объемном весе 2,3 т/м дополнительный вес на мост составит 127 т. Такая значительная нагрузка на мост, помимо того что сокращает срок его службы из-за образования и раскрытия трещин в нижних слоях балки от увеличенного прогиба, напрямую уменьшает запас его прочности.

В настоящей работе была поставлена цель изучить влияние величины перегрузки моста дорожной одеждой на его запас прочности. Решить поставленную задачу предполагалось путем расчета максимального изгибающего момента в середине пролета при различных толщинах дополнительного слоя асфальтобетона и сравнения полученных данных с максимально допустимым значением. Расчет производился для типовых балок длиной 12, 15, 18, 21, 24, 33 и 42 м.

В результате выполненных расчетов были получены зависимости изгибающего момента в середине пролета от высоты дополнительного слоя асфальтобетона для каждой указанной длины балки. Используя полученные зависимости и имея максимально допустимый изгибающий момент для той или иной длины балки можно определить на сколько исчерпан запас прочности от перегрузки дорожной одеждой каждого конкретного моста.

Автоматизированные методы, реализующие коррелятивный способ уравнивания

Гармаза О.Е.

Белорусский национальный технический университет

Коррелятивный способ уравнивания является самым сложным при его реализации на ЭВМ. Причина заключается в неуниверсальности алгоритма составления матрицы условных уравнений, особенно при обработке главных геодезических сетей. Приведен обзор существующих автоматизированных алгоритмов коррелятивного способа уравнивания.

Алгоритм З.М. Юршанского предлагает лишь частичную автоматизацию вычисления коэффициентов условных уравнений и предполагает программирование вычисления свободного члена, с последующим численным дифференцированием.

Алгоритм М.Д. Герасименко. Разработана методика составления однозначных по форме условных уравнений для любых геодезических сетей, не зависящих от размерности пространства, числа определяемых пунктов и имеет ряд преимуществ: коэффициент условных уравнений вычисляется по формулам, не зависящим от формы и размера геодезической сети, но недостаток способа заключается в сложности реализации его на ЭВМ.

Алгоритм И.И. Мони́на. Все указанные способы обобщены на случай неравноточных измерений. Оценка точности во всех способах одинакова, а алгоритмы получения матриц разные. Традиционно способ И.И. Мони́на, записывается для равноточных измерений. Достоинством способа является автоматизация вычисления матрицы коэффициентов условных уравнений.

Как показали наши исследования, число обусловленности матрицы нормальных уравнений коррелят близко к числу обусловленности матрицы нормальных уравнений при параметрическом уравнивании, что является существенным недостатком этого способа. Приведенные способы различаются не только по алгоритму реализации, но и по степени автоматизированности вычислений, поэтому на геодезическом производстве следует отдать предпочтение алгоритму И.И. Мони́на, как наилучшему по универсальности при реализации на ЭВМ.

Измерение малых углов методом спекл-фотографии

Мархвида В.Г., Богданович А.С.

Белорусский национальный технический университет

Метод спекл-фотографии позволяет измерять смещения, деформации с весьма большой точностью, достигающей до наноизмерений (нанометров), т.е. до 6×10^{-7} м. Этим методом измеряют смещения линейных величин в двухмерном пространстве. Но от линейных величин можно перейти к универсальному способу измерения малых углов наклона. Его универсальность, заключается в возможности изменения точности, регистрации угла наклона от $0,3''$ до $20''$ в зависимости от решаемой задачи, пределов регистрируемых углов вплоть до 1° , в доступности и простоте реализации способа. Способ измерения малых углов, основанный на спекл-фотографии, можно применить для определения цены деления уровней геодезических приборов. Предлагаемый способ ввиду своей универсальности и высокой точности, может конкурировать с традиционными способами.

Нахождение цены деления сводится к измерению угла наклона уровня при смещении пузырька на одно деление. Угол наклона определяется регистрацией лазерного излучения, падающего на неподвижно закрепленное вместе с исследуемым уровнем зеркала, в моменты до и после наклона уровня. Установка исследования цены деления уровня работает следующим образом. Величину наклона зеркала и, следовательно, цену деления уровня определяют, измеряя интерференционную картину полос Юнга. Рассмотренный способ определения цены деления уровня по сравнению с использованием экзаменатора уровней выгоден тем, что не требует демонтажа уровня с прибора, не требует специальных приборов, кроме лазера, относительно прост в выполнении, притом обеспечивает достаточно высокую точность измерения малых углов.

Несколько модифицированный способ спекл-фотографии может быть применен для исследования качества изготовления ампулы уровня, для определения точности совмещения концов пузырька контактного уровня, и других высокоточных исследований.

Геометрическое нивелирование по трем нитям сетки. Обработка и оценка точности результатов измерений

Матиек С.И.

Белорусский национальный технический университет

Разработана методика геометрического нивелирования по трем нитям сетки с односторонней рейкой, обработки и оценки точности результатов измерений.

Разработаны алгоритмы журнала для записи полевых измерений и ведомости для окончательной обработки и оценки их точности.

При этом отмечено повышение производительности труда и точности окончательных результатов на 15-20%.

Обоснованы более точные критерии оценки точности.

Отмечена экономическая целесообразность способа.

Алгоритмы записи и предварительной обработки результатов измерений (табл.1).

| Номер станции | Номера точек | Отсчеты по рейкам, мм | | | Превышения, мм | | | Длины плеч, м | Сумма плеч, d_i , м |
|---------------|--------------|-----------------------|----------|---------|-------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|
| | | Задней | Передней | Промеж. | Вычисленные | Контрольные | Средние | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | a_n | b_n | | $h_n = a_n - b_n$ | $h'_c = 0,5 \cdot (h_b + h_n) \pm 5$ | $h = 0,5 (h'_c + h_c)$ | $d_3 = 0,1 a_n - a_n $ $d_n = 0,1 b_n - b_n $ | $d = d_3 + d_n$ |
| 1 | 1-2 | a_c | b_c | | $h_c = a_c - b_c$ | | | | |
| | | a_n | b_n | | $h_n = a_n - b_n$ | | | | |
| | к | | | c_k | $h_k = a_c - c_k$ | | | | |

Алгоритмы обработки и оценки точности результатов измерений (табл.2).

| Номер станции | Номер точки | Превышения, h , мм | | Предварительные отметки H' , м | Сумма плеч на станциях d_i , м | Расстояния от начальной точки до определяемой L_i , м | Поправки в отметки Δh_i , мм | Уравненные отметки H_i , м (5)+(8) | Уравненные превышения $h'_i = H_{i+1} - H_i$, м | Отклонения уравненных превышений от измерен. $\delta_i = (h_i) - (h'_i)$ |
|---------------|-------------|----------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| | | измеренные h_i | $\sum h_i $ | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | 7996 | | | H_n | | $L_n = 0$ | Δh_n | H_n | | |
| 1 | | h_1 | $ h_1 $ | $H'_1 = H_n + (h_1)$ | d_1 | $L_1 = L_n + d_1$ | Δh_1 | H_1 | h'_1 | δ_1 |
| 2 | | h_2 | $ h_1 + \dots + h_2 $ | $H'_2 = H'_1 + (h_2)$ | d_2 | $L_2 = L_1 + d_2$ | Δh_2 | H_2 | h'_2 | δ_2 |
| 3 | | h_3 | $ h_1 + \dots + h_3 $ | $H'_3 = H'_2 + (h_3)$ | d_3 | $L_3 = L_2 + d_3$ | Δh_3 | H_3 | h'_3 | δ_3 |
| | 6 | | | $H'_6 = H'_5 + (h_6)$ | | $L_6 = L_5 + d_6$ | Δh_6 | H_6 | | |
| 7 | | h_7 | $ h_1 + \dots + h_7 $ | $H'_7 = H'_6 + (h_7)$ | d_7 | $L_7 = L_6 + d_7$ | Δh_7 | H_7 | h'_7 | δ_7 |
| | 6737 | | | $H'_k = H'_6 + (h_7)$ | | $L_k = L_6 + d_7$ | Δh_k | H_k | | |

В колонке 8 табл.2 приведены поправки в предварительные отметки H' .

**Опыт применения цифрового нивелира DNA 03
при измерении осадочных деформаций
производственных объектов ОАО «Гродно Азот»**

Михайлов В.И., Скребков Г.В., Тимощенко С.А.
Белорусский национальный технический университет

Использование цифрового нивелира DNA 03 при измерении осадочных деформаций фундаментов в цехах имеет ряд особенностей, которые следует учитывать при нивелировании.

1. При нивелировании II класса уменьшается расстояние от нивелира до рейки до 30 м, что дает возможность повысить точность геодезических измерений.

2. Для контроля можно использовать режим многократных измерений с получением среднего результата с оценкой точности. Этот режим позволяет также повысить точность измерений при значительных вибрациях изображения.

3. Угол i , определенный в проверке главного условия нивелира, автоматически учитывается во всех отсчетах по рейке.

4. Есть возможность определения отметки для высоко заложённых марок. В этом случае нивелир предлагает наблюдателю перейти в режим работы с перевернутой рейкой.

5. В приборе предусмотрена возможность уравнивания одиночных нивелирных ходов с выдачей протокола невязок и результатов уравнивания.

6. Препятствие, находящееся даже по центру средней нити нивелира, позволяет брать отсчеты и не влияет на его точность.

7. Есть возможность снятия отсчетов, когда средняя нить находится ниже пятки рейки, отсчету присваивается знак минус.

8. Стабильные результаты при работе с цифровым нивелиром достигаются с помощью автоматической компенсации в измерения за влияние температуры.

В качестве недостатка цифрового нивелира при работе в цеховых помещениях, можно отметить следующее. В существующих инструкциях в разделе «Геодезические наблюдения за перемещениями и деформациями зданий» Республики Беларусь ничего не говорится об электронных способах отсчитывания по рейкам. Поэтому отсутствует технология работ со всеми необходимыми допусками.

Обоснование методики измерений крена высотных сооружений электронным тахеометром

Нестеренок М. С.

Белорусский национальный технический университет

Согласно пункту 12.23 ТКП 45-1.03-26-2006. «Геодезические работы в строительстве» предельные погрешности измерения крена гражданских зданий не должны превышать линейной величины $K_{\text{доп}} = 0,0001H$, где H – высота объекта. Задача достаточно эффективно решается при помощи высокоточного электронного тахеометра TCR 1201. Деформационными знаками служат съемные или постоянные светоотражательные призмы.

Новизна рассматриваемой методики измерения приращений крена состоит в отказе от закрепления наблюдательных центров, при этом тахеометр устанавливают в створе двух светоотражателей – опорного O и деформационного M с точностью $0,1 - 0,2$ м. Измеряемые величины: дальности D_1 и D_2 и их углы наклона v_1 и v_2 по линиям TO (тахеометр – опорный отражатель) и TM (тахеометр – деформационный отражатель). Вычисляется опорное горизонтальное расстояние OM в первом цикле измерений $d_1 = D_1 \cos v_1 + D_2 \cos v_2$, во втором цикле значение d_2 . Определяемое горизонтальное перемещение (линейный крен) $\Delta d_1 = d_2 - d_1$. Расчетная погрешность величины Δd равна $m_{\Delta d}^2 = (m_{D_1} \cos v_1)^2 + (m_{D_2} \cos v_2)^2 \approx 2-3$ мм при высотах $H \leq 100$ м.

При определении вертикальных перемещений деформационного светоотражателя вычисляются его высоты Z_1 и Z_2 над опорным пунктом O в первом и втором циклах измерений $Z_1 = (D_1 \sin v_1 + D_2 \sin v_2)_1$; $Z_2 = (D_1 \sin v_1 + D_2 \sin v_2)_2$.

Вертикальное перемещение равно разности высот $\Delta h_1 = Z_2 - Z_1$. Ожидаемая погрешность величин Δh рассчитывается по формуле $m_Z^2 = (m_D \sin v_2)^2 + 2 [D(m_v/\rho)/\cos v]^2$. При $m_D = 2$ мм; $v_2 = 30^\circ$; $D = 120$ м; $m_v = 1''$; $\rho = 206265''$ получаем $m_Z = 1,7$ мм. В случае угловой погрешности $m_v = 2''$ находим $m_Z = 2$ мм.

Следовательно электронный тахеометр TCR 1201 обеспечивает модернизацию устоявшихся методов измерения горизонтальных и вертикальных перемещений высотных сооружений с точностью, отвечающей требованиям ТКП 45-1.03-26-2006.

О нормативной и фактической точности геометрических параметров в строительстве

Позняк А.С., Волков В.В.

Белорусский национальный технический университет

Миллиметровые требования к точности геометрических параметров, предъявляемые к бетонным и железобетонным конструкциям, приведенные в действующих нормативных документах выполнить в условиях стройплощадки невозможно или крайне затруднительно. Для высотных сооружений температурные и ветровые факторы вызывают кручения, наклоны и колебания сооружения, значения которых превышают строительные допуски. Результаты исполнительных съемок, выполненных на различных объектах г. Минска, подтверждают сантиметровые отклонения от проектных значений. Поэтому предлагается пересмотреть существующие нормативные требования в сторону увеличения геометрических допусков, особенно на монолитные конструкции и разработать научно-обоснованную методику геодезического обеспечения строительства высотных зданий и сооружений, основанную на применении геодезических приборов с наилучшими точностными характеристиками. Так по нашим расчетам СКП только геодезических построений с использованием точных приборов составит 6,7–8,0 мм.

Предлагается геодезическое сопровождение строительства крупных объектов выполнять специалистами, независимыми от строительной организации. Информация, получаемая заказчиком, будет способствовать достижению высокой технологической дисциплины, нормативному обеспечению геометрических параметров в строительстве, безопасности и надежности в эксплуатации зданий и сооружений. Геодезические работы для строительства имеют ощутимую стоимость (около 3% от стоимости строительства), которая складывается не только из стоимости труда, приборов и других расходов, но и из потерь времени для строительных работ. Рыночные отношения потребовали сокращения по времени всех строительных и геодезических процессов. Мы надеемся, что в технических регламентах будут содержаться научно обоснованные нормативы и рекомендации.

Создание цифровой модели местности на основе архивных картматериалов с применением комплекса CREDO

Рак И.Е.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня в РБ, в частности Управление архитектуры и Центр инжиниринговых услуг, начинают работы по созданию ГИС инженерного назначения города Минска. Для перехода к ГИС-технологиям нужны банки информации на интересующую городскую территорию. Сегодня наиболее приемлемый способ их создания – использование существующей информации. Но планшеты, созданные в 50-70 годах прошлого века, пришли в негодность, да и использование так называемой «бумажной» технологии для получения и хранения информации перестало всех устраивать. Поэтому возникла необходимость перевести их в цифровой формат.

С помощью программы ТРАНСФОРМ программного комплекса CREDO, специалист может выполнить сканирование и трансформацию полученного растрового изображения.

Для организации оперативного мониторинга интересующей городской территории, для создания и ведения электронного земельного кадастра и дежурных планов созданное растровое изображение необходимо «векторизовать», т.е. создать на его основе цифровую модель местности (ЦММ). Создание полноценной ЦММ обеспечивает система CREDO ТОПОПЛАН.

Цифровая модель ситуации формируется из площадных, линейных и точечных объектов с семантической информацией, закрепленной за этими объектами. Такая технология позволяет оперативно получать всю справочную информацию об интересующем объекте, принимать оперативное решение без дополнительного обследования, подготовить проект для выноса в натуру и т.д.

Цифровая модель рельефа в системе строиться на основе нерегулярной сети треугольников, построенной по алгоритму Делоне с использованием структурных линий.

Созданная, с помощью системы CREDO ТОПОПЛАН, ЦММ будет являться полноценной топографической основой ГИС города.

Строительные материалы

**Исследование трещиностойкости и прочности
на смятие полушпал из термопласткомпозита**

Галузо О.Г., Кондратеня Д.В., Данилевич А.Ю.,
Костюкевич А.П.

Белорусский национальный технический университет

Полушпалы из термопласткомпозита предназначены для рельсовых путей метрополитена взамен изготавливаемых в настоящее время из древесных пород.

Термопласткомпозитный материал получают из отходов производства поливинилхлорида с использованием природного кварцевого песка и добавок путем формования под давлением при температуре 130-150 °С.

Геометрические размеры полушпалы: длина – 805 мм, ширина – 250 мм, высота – 170 мм.

Нагрузку на полушпалу при испытании передавали через металлическую прокладку 140x310 мм, которая укладывается под подошву рельса подземных путей метрополитена.

Расчетная нагрузка на полушпалу составляет 146 кН, а контрольная величина с коэффициентом 1,6 соответствует 234 кН. Нагрузка при испытании, при которой появились трещины в нижней зоне полушпалы, составляла в среднем по 3-м образцам 500 кН, что превышает расчетную и контрольную нагрузку соответственно в 3,42 и 2,14 раза.

Согласно выполненного расчета по прочности на смятие расчетное значение нагрузки на шайбу полушпалы составляет 125,32 кН. Нагрузку равномерно увеличивали этапами по 0,1 от расчетного значения. На каждом этапе снимали показания по приборам, осматривали растянутую боковую поверхность полушпалы. Нагрузку увеличивали со скоростью, не более 1 кН/с.

При испытании на смятие (скалывание) полушпал из термопласткомпозита максимальное усилие на закладной болт в момент разрушения полушпалы (раскалывание термопласткомпозита в растянутой зоне) составило в среднем по трем испытаниям 133,4 кН (13340 кгс), что соответствует напряжениям сжатия под шайбой закладного болта 25,7 МПа.

Повидайко В.Г., Секунов А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Разработаны композиции и технология производства сухих гипсовых шпатлевочных и клеевых смесей на основе гипсового вяжущего α - и β -модификации. В исследованиях использовали гипсовое вяжущее ОАО «БЕЛГИПС», имеющее стандартную консистенцию 60...67 %, сроки схватывания: начало – 6...8 мин, конец – 8,5...21,5 мин, максимальный остаток на сите с размерами ячеек в свету 0,2 мм – 14,0...16,5 %, марки по прочности Г-4...Г-5 и высокопрочное гипсовое вяжущее α -модификации ЗАО «Самарский гипсовый комбинат», имеющее стандартную консистенцию 35...40 %, сроки схватывания: начало – 9,5...15,0 мин, конец – 14,0...25,0 мин, максимальный остаток на сите 0,2 мм – 0,2 %, марки по прочности – Г-10...Г-16.

Для повышения дисперсности гипсовое вяжущее ОАО «БЕЛГИПС» измельчали до остатка на сите 0,2 мм в пределах 1...2 % в роторно-центробежной мельнице с встроенной точной классификацией.

При получении сухих гипсовых смесей в их состав вводили добавки, замедляющие сроки схватывания, повышающие водоудерживающую способность, улучшающие пластические свойства и повышающие адгезию готового покрытия к различным поверхностям.

Процесс производства смесей включает: предварительную подготовку компонентов, дозировку и гомогенизацию.

Полученные сухие гипсовые смеси имеют: сроки схватывания: начало – 1,5...2,5 ч, конец – 1,8...3,5 ч; водоудерживающую способность – 97...99,2 %; коэффициент паропроницаемости покрытия – 0,03...0,055 мг/м²·ч·Па; прочность сцепления с основанием: бетонная поверхность – 0,88...1,40 МПа, кирпич – 0,50...0,70 МПа, гипсокартонный лист – 0,25...0,32 МПа.

По разработанной технологии на ОАО «БЕЛГИПС» производится около 30 тонн в год сухих гипсовых шпатлевочных и клеевых смесей.

Гидратация цемента с пластифицирующими добавками при тепловлажностной обработке бетона

Суходоева Н.В. РУП
«Институт БелНИИС»

Данная работа содержит результаты оценок влияния пластифицирующей добавки ГП-1 на гидратацию цемента. Объектом исследования явился цементный камень, изготовленные с применением ПЦ 400-Д20 ПРУП «Кричевцементношифер», ПЦ 500 Д0 ОАО "Красносельскстройматериалы", ШПЦ 400 ОАО "Красносельскстройматериалы".

Гидратацию цемента оценивали по двум показателям: прочности цементного камня ($f_{ц.к.}$) и степени гидратации (α).

Автор изучал влияние ГП-1 на кинетику изменения α и $f_{ц.к.}$ при твердении в нормально-влажностных условиях в различном возрасте 1,2,3,7,28 сут и при пропаривании при температуре 70°C. Испытания проводились на образцах-кубиках размером 2х2х2см.

Результаты показали, что на ПЦ 500 Д0 в возрасте 1сут $f_{ц.к.}$ =33,5 МПа без добавки и равна 0,2 МПа с ГП-1; в 2 сут -46,0 МПа и 22,5 МПа; в 3 сут -51,3 МПа и 49,6 МПа; в 7 сут -58,9 МПа и 64,6 МПа; в 28 сут -71 МПа и 80,3 МПа соответственно.

После испытания образцов на $f_{ц.к.}$ определяли количество химически связанной воды, и рассчитывали α как отношение количества связанной воды на данной стадии твердения к количеству воды при полной гидратации. α на ПЦ 500 Д0 в возрасте 1 сут -34% без добавки и 15% с ГП-1; в 2 сут -37% и 26%; в 3 сут -19% и 37%; в 7 сут - 51% и 55%; в 28 сут -72% и 74% соответственно. При тепловлажностной обработке введение ГП-1 практически не повлияло на кинетику изменения $f_{ц.к.}$ и α . На ПЦ 500 Д0 при пропаривании по режиму 3+3+1 $f_{ц.к.}$ =45,1 МПа, α =38,4% без добавки, а с ГП-1 $f_{ц.к.}$ =44,0 МПа, α =37,9%; по режиму 3+10+1 $f_{ц.к.}$ =57,5 МПа, α = 48,5% без добавки, а с ГП-1 $f_{ц.к.}$ =58,1 МПа, α 49,2%.

Результаты проведенных исследований предполагается использовать для корректировки существующих методик расчёта состава и режимов тепловой обработки бетона.

**Физико-механические характеристики утеплителя
дробленного из ячеистого бетона**

Красулина Л.В., Галузо Г.С., Потапова И.Л.

Белорусский национальный технический университет

Проблема утилизация отходов и брака производства актуальна практически для любого предприятия. Для предприятий, поставляющих изделия из ячеистого бетона, имеется возможность получать из отходов утеплитель, предназначенный для теплоизоляции ограждающих конструкций.

Теплоизоляционная засыпка, полученная путем дробления некондиционных ячеистых бетонов, представляет собой легкий насыпной пористый материал, по внешнему виду напоминающий щебень преимущественно угловатой формы с размерами частиц 2-40 мм и в зависимости от размеров подразделяется на фракции 5-10 мм, 10-20 мм, 20-40 мм. Он уступает по качественным характеристикам наиболее эффективным теплоизоляционным материалам, но значительно дешевле стоит.

На белорусских предприятиях изготавливают ячеистые бетоны средней плотности от 250 кг/м^3 до 650 кг/м^3 . Из дробленных некондиционных изделий можно получить засыпки с насыпной плотностью 250 кг/м^3 , 300 кг/м^3 , 400 кг/м^3 , 450 кг/м^3 . Результаты исследований прочностных характеристик утеплителя показали, что если в испытуемых материалах находятся гранулы, полученные при дроблении изделий со средней плотностью 250 кг/м^3 , то прочность засыпки составляет 0,25-0,30 МПа. Если утеплитель получен путем дробления изделий с минимальной плотностью 300 кг/м^3 , то прочность составляет 0,35-0,45 МПа.

Основным показателем качества утеплителя является его теплопроводность.

В результате проведенных исследований установлено, что теплопроводность утеплителя в сухом состоянии не превышает $0,13 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$ и практически не зависит от насыпной плотности засыпки.

Анализ механических и теплоизоляционных свойств утеплителя показал, что исследованный материал можно использовать для теплоизоляции крыш, полов, стен, подвалов.

Совершенствование технологии производства фибропенобетона

Мордич М.М., Галузо Г.С.

Белорусский национальный технический университет

Одной из важнейших проблем строительной отрасли Беларуси является сокращение расхода топливно-энергетических и материальных затрат при производстве строительной продукции. Важнейшую роль в ее решении играет применение новых эффективных материалов и технологий их получения, обеспечивающих снижение энергоемкости производственного процесса без ухудшения качественных и эксплуатационных свойств самого материала.

Этим критериям соответствует в полной мере ячеистый бетон – фибропенобетон, обладающий повышенными физико-механическими характеристиками (за счет введения волокон), менее энергоемок, т.к. температура термовлажностной обработки (60° - 70°) меньше требуемой по СН277-80. Одним из рациональных способов ускорения твердения пенобетонных массивов является подогрев их в камерах термовлажностной обработки, что позволяет ускорить процессы схватывания и твердения пенобетонной смеси. Однако при этом температура среды в камере должна назначаться с учетом начальной температуры смеси, ее средней плотности, свойств цемента и т.д., а также скорости роста гидратационного тепловыделения.

Уменьшение затрат на производство фибропенобетона обеспечивается за счет снижения расхода цемента и исключения молотого кварцевого песка.

Широко используемый ячеистый бетон автоклавного твердения уступает предлагаемому фибропенобетону, прежде всего по энергетическим затратам на его производство, возможностям наращивания объемов производства без существенных затрат на технологическое оборудование. Определены оптимальные составы фибропенобетона, которые используются на предприятии ООО «Оршастройбетон» г. Орша. Исследованы основные физико-технические свойства конструкционно-теплоизоляционного фибропенобетона.

**Влияние технологических особенностей сырьевых смесей
на синтез цементирующих новообразований
при автоклавной обработке силикатного кирпича**

Дзэбьева Л.Б.

Белорусский национальный технический университет

Шабанов Д.Н.

Полоцкий государственный университет

В соответствии с теорией композиционных материалов затвердевший конгломерат силикатного кирпича представляет собой микробетон, в котором заполняющая часть представлена непрореагировавшими частицами сырьевой смеси, а вяжущая — цементирующими частицами низкоосновных гидросиликатов кальция (ГСК) типа $CSH(B)$, постепенно перекристаллизующихся в тоберморит $C_5S_6H_5$. В работе изучалось влияние на количество образующихся ГСК и физико-механические показатели силикатного кирпича добавок ваграночного шлака и отработанной формовочной смеси (ОФС).

С помощью полиномиальных моделей второго порядка при фиксированных уровнях варьирования рецептурных и технологических факторов (водовяжущего отношения, удельного давления прессования, давления пара в автоклаве) проанализировано влияние добавки шлакового компонента постоянной дисперсности частиц 75-100 мкм на синтез ГСК при автоклавном твердении силикатного кирпича. При добавлении извести к ваграночным шлакам наблюдался лишь узкий диапазон ее положительного влияния при повышении коэффициента основности смеси на 0,06...0,25, что соответствует добавке извести 5 %.

При этом повышению прочности силикатного кирпича способствовала замена его кремнеземистой составляющей ОФС аморфного строения, имеющей повышенную химическую активность в топохимических реакциях.

Данные рентгенофазового анализа позволили рассчитать модели, описывающие влияние рецептурно-технологических факторов на синтез ГСК. Оптимальным для прироста $CSH(B)$ оказалась дозировка шлака 12,5 %, для прироста $C_5S_6H_5$ — 25 %.

Архитектура жилых и общественных зданий

Традиционные малые архитектурные формы в современной рекреационной среде

Сергачев С.А.

Белорусский национальный технический университет

Анализ практики формирования архитектуры туристических и рекреационных комплексов показывает, что своеобразной особенностью современной рекреационной среды является выявление местных характеристик и элементов быта, культуры, том числе и архитектурно-строительных традиций.

Традиционные малые архитектурные формы (ограды, перелазы, ворота, скамьи, колодцы и др.) дополняли основные строения и активно участвовали в создании цельности ансамбля в народной архитектуре. Они основывались на тех же принципах конструирования и использования строительных материалов, как и в любом объекте народного зодчества, с присущим народному искусству эстетическим отношением к предметам, а также с учетом антропологических факторов.

Традиционные малые архитектурные формы в сочетании с современными решениями благоустройства активно используются и в туристических и рекреационных объектах и комплексах Беларуси: Национальный парк “Белавежская пушча” в Каменецком районе, Музейный комплекс старинных народных ремесел и технологий “Дудutki” в Пуховичском районе, Историко-культурный комплекс “Линия Сталина” в Минском районе, “Город мастеров” в Могилевском районе.

В современной рекреационной среде востребованы образы и типы традиционных малых архитектурных форм, традиционные материалы и архитектурно-конструктивные решения, что содействует созданию сомасштабных человеку пространств, выявлению особенностей местного колорита и демократичности среды, обеспечивает эмоциональность ее восприятия. Однако, рекомендуется внимательнее относиться к таким факторам как этническая принадлежность и историческая достоверность, чтобы рекреационная среда, в большей мере, чем в реализованных решениях, соответствовала образам традиционной региональной культуры, что является привлекательным моментом в туристической деятельности.

К вопросу о новой типологии квартир и многоквартирных жилых зданий

Аладов В.Н.

Белорусский национальный технический университет

С возникновением рынка недвижимости в республике появились новые типы жилья, не характерные для предыдущих этапов жилищного строительства: элитные жилые дома для граждан с высоким уровнем доходов, жилье бизнес-, эконом-премиум-класса, таун-хаузы, дома с пентхаузами и т.д.

Но вот сами квартиры как старые, так и новые, все еще живут по законам действующих и ныне строительных норм советского времени и программируют наш быт согласно представлениям о комфорте тех времен. Сколько квартир сейчас претерпели перепланировку в связи с предпочтением их обитателей иметь квартиру-студио с единым пространством или совмещенный санитарный узел с джакузи в многокомнатной квартире. Нормы для жилых домов советского периода не учитывали такие аспекты, они были едины для всех...

Известно, что самыми востребованными уже несколько лет на рынке жилья в Минске являются однокомнатные и двухкомнатные квартиры. Безусловно, потому что по цене они еще более ли менее доступны, и потому что для определенного контингента населения они необходимы. А возводят их недостаточно в пропорциональном соотношении с многокомнатными квартирами. С целью изменения сложившейся ситуации разработана экспериментальная секция с вариантной планировкой, в которой наряду с набором традиционных квартир предусматриваются дополнительные мини-квартиры: однокомнатные, двухкомнатные и гостиничного типа с кухнями-нишами.

Программа строительства мини-квартир позволит ежегодно обеспечивать жильем дополнительно сотни семей, не увеличивая при этом объемы строительства. Расширение типологии квартир позволит сделать квартиру (не квадратный метр, а квартиру) более доступной по цене, не снижая ее потребительских качеств.

Анализ развития белорусской архитектурно-теоретической мысли конца XVIII – 1-й пол. XIX вв.

Кожар Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Для полного воссоздания исторической картины формирования национальной архитектуры требуется изучение всех аспектов истории художественной культуры и в том числе истории архитектурных воззрений. Между тем архитектурная мысль Беларуси конца XVIII – 1-й пол. XIX вв. не была еще предметом глубоких исследований или темой отдельной публикации. Первой попыткой общего осмысления проблемы исторического развития региональной архитектурной теории явилось исследование «Теоретические концепции архитекторов Беларуси в контексте философско-эстетической мысли XII-XX веков», проводившееся по заданию ГПФИ «История культуры» в 2002-2005 гг.

В результате были определены основные этапы развития архитектурной теории Беларуси, введены в научный оборот неизвестные ранее имена теоретиков архитектуры, систематизированы концепции зодчих, работавших на белорусских землях. Выполненная НИР показала необходимость углубления отдельных положений предложенной периодизации и оценки основных этапов формирования архитектурных воззрений Беларуси, в частности, изучения региональной архитектурной мысли эпохи романтизма. Поэтому в рамках задания ГПФИ «История белорусской нации, государственности и культуры (История культуры)» сегодня выполняется НИР «Анализ исторических особенностей развития белорусской архитектурно-теоретической мысли конца XVIII – 1-й половины XIX века в контексте европейской романтической культуры».

Исследование представляет собой первую попытку целостного осмысления проблем региональной архитектурной мысли эпохи. Романтизм рассматривается как система, в которой основные проблемные узлы мировоззрения находят свое отражение в архитектурной теории и практике. Исследуется роль теоретиков архитектуры в формировании национального самосознания белорусского народа и их вклад в европейскую архитектурную науку.

**Забытые имена. А.Г. Далин – первый исследователь
белорусской советской архитектуры довоенного периода**

Чернатов В.М.

Белорусский национальный технический университет

Имя белорусского искусствоведа-журналиста 1937-1940-х гг. А. Г. Далина сегодня, к большому сожалению, не заслужено забыто. Вместе с тем это был первый историк-исследователь белорусской советской архитектуры довоенного периода.

В своих многочисленных публикациях в союзной и республиканской периодической печати, в книге «Очерки по истории изобразительного искусства Белоруссии», он вел серьезный разговор, затрагивающий вопросы современного состояния градостроительства и архитектуры Белоруссии как важнейших составляющих строительства молодого социалистического государства, где художественный талант архитектора индивидуален, само же архитектурное творчество социально.

Практически во всех своих многочисленных статьях по вопросам архитектуры республики он позитивно отзывался об архитектурных произведениях И. Лангбарда, А. Воинова, В. Вараксина, И. Володько, Ст. Гейдукевича, А. Денисова, Н. Маклецово́й, Р. Столлера, Г. Якушко и др., творчество которых представлял для автора особый интерес.

Публикации А. Далина вольно или невольно несут на себе не только приметы времени, но и отражают характер личности автора, степень его духовной и моральной культуры. Сегодня эти исследования искусствоведа воспринимаются как фактологический материал, несущий ценную информацию об особенностях развития национального искусства и архитектуры.

Творческая и интеллектуальная личность ученого-искусствоведа и публициста А. Далина оставила заметный след в белорусской культуре, который дает возможность понять важнейшие архитектурно-художественные процессы и явления, происходящие в Белоруссии в первой трети XX ст.

Литература

Далин, А. Г. Архитектура / А. Г. Далин // Очерки по истории изобразительного искусства Белоруссии / ред. К. Ситник. – Москва, Ленинград, 1940. – С.31-52.

Роль тектоники в эстетическо-эмоциональном восприятии архитектуры

Чириков Е.Е.

Белорусский национальный технический университет

Основным признаком архитектуры является множество различных пространственных структур, насыщенных определенным смыслом. Восприятие – это их отражение нашими чувствами, ведущее к созданию ценностных чувственных образов. В процесс непосредственного восприятия и осмысления, однако, включаются и знания об объекте, полученные из прошлого опыта. Это означает, что эмоционально-эстетическая оценка воспринимаемого – социально и интеллектуально обусловлена. Таким образом, эмоционально-психическая реакция человека от конкретной архитектурной среды – результат сложного внутреннего синтеза, производимого мозгом на основании поступающей информации при использовании хранимых памятью данных. Эта реакция у людей будет резко различаться в зависимости от их образования, уровня культуры, профессии.

Восприятие архитектурной семантики ведется на двух уровнях: на локальном уровне и на общем уровне. На локальном уровне восприятия происходит главным образом мыслительный анализ архитектурного организма с целью обнаружения соответствия наружной визуальной формы функции и конструктивной логике, скрытой для непрофессионального взгляда. На общем уровне – восприятие пространственной среды во всей сложности ее воздействия на профессионально неподготовленного человека.

Хотя тектоника не может являться основой семантического языка архитектуры она, безусловно, – один из важных факторов в системе восприятия и осмысления конкретных материальных сооружений.

Разработана таблица, которая показывает взаимосвязь архитектурных и конструктивных элементов в архитектуре, проблемы, возникающие при их художественно-эстетическом осмыслении и возможные пути их решения. Таблица иллюстрируется примерами из архитектурной практики.

Рациональные архитектурные приемы повышения теплоэффективности многоквартирных жилых зданий

Реутская И.П.

Белорусский национальный технический университет

Формирование энергоэкономичных типов многоквартирных жилых зданий в соответствии с концепцией, разрабатываемой в рамках научно-исследовательской работы ГБ 06-60, основывается на системном подходе к зданию как к единой энергетической системе. Проблемы энергосбережения рассматриваются как совокупность взаимодополняющих архитектурных и конструктивных решений с эффективным инженерным обеспечением и включают разработку:

- архитектурную климатизацию жилых зданий (определение рациональных размеров и формы здания, его расположения на участке, оптимизации ветрового воздействия на здание и др.);

- вопросов уширения корпуса жилого здания: атриумные композиции, композиции со светоаэроционными шахтами, «зимними садами» и др.;

- сокращения площади поверхности наружных стен за счет уменьшения изрезанности объема здания;

- определение размеров, формы и размещения светопроемов по условиям естественной освещенности и теплоэффективности;

- приемов рационального решения приквартирных пространств и эркеров;

- определение рационального соотношения длины и ширины жилых помещений с учетом способности противостоять наружным тепловым воздействиям;

- повышение архитектурно-художественных характеристик теплоэнергоэффективных жилых зданий (ориентированное проектирование зданий с учетом ориентации по странам света);

- взаимодействие экономически целесообразных энергоэффективных конструкций и материалов и архитектурных решений;

- использование нетрадиционных источников энергии при проектировании и строительстве энергоэффективных многоквартирных жилых домов.

Особенности формирования фасадов жилых зданий в современных конструктивных системах

Рак Т.А.

Белорусский национальный технический университет

В современном белорусском жилищном домостроении большое распространение получили каркасные системы. Эти конструктивно-технологические системы обладают высокой несущей способностью, малым весом стеновых конструкций. Широкий шаг колонн, характерный для каркасных систем, позволяет гибко планировать каждый этаж, дает возможность свободной планировки жилых помещений, устройства разного вида встроенных помещений и подземных гаражей. Наружные стены в современных каркасных системах размещаются на плоских перекрытиях, не являются несущими, что предоставляет архитекторам широкие возможности формообразования как здания в целом, так и в частности его фасадов.

Анализ архитектурных решений жилых зданий, построенных в каркасных системах, показал, что при формировании фасадов архитекторы наиболее активно используют такие достоинства каркасных систем как:

- возможность устройства оконных и дверных проемов разнообразных геометрических форм,
- вариантное размещение оконных и дверных проемов на фасадной плоскости при идентичных поэтажных планах,
- разнообразная конфигурация лоджий и балконов,
- консольный вынос ограждающей стены относительно оси колонны, что позволяет поэтажно изменять конфигурацию фасадной стены, устраивать эркеры и ризалиты, там, где они выгодны для композиции фасада, сами наружные стены также могут быть «ломаными» или волнообразными в плане,
- заглубление стены относительно основной фасадной плоскости на первых этажах и оформление входов несущими колоннами;
- устройство на фасадной поверхности различных элементов декора (рельефа, карнизов, пилястр, ниш и др.) путем применения стеновых блоков различной ширины или их сдвижки.

Техническое оснащение архитектурных объектов с учетом требований физически ослабленных лиц

Лазовская Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Большинство физически ослабленных лиц составляют люди с ограничениями в двигательной либо в различных сенсорных, в первую очередь зрительной и слуховой сферах. Нарушения функций передвижения, ориентации в пространстве приводят к значительному ограничению мобильности и самообслуживания, зависимости от помощи окружающих, тем самым ставят барьеры в получении образования и различных услуг, участия в трудовой деятельности.

Устройство технических приспособлений, в том числе лифтов, подъемников для инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, световых и звуковых маяков, направляющих поручней позволяют увеличить степень мобильности и самообслуживания, облегчить ориентацию в окружающей среде, повышают степень социальной адаптации и физической независимости человека. Подъемники для инвалидов предназначаются для людей с ограниченной мобильностью и бывают: с вертикальной (открытые без шахты и закрытые в шахте), наклонной, криволинейной траекторией движения. Световые маяки выполняются в виде светофоров или сигнальных светильников с цветными фильтрами, излучающими импульсы света небольшой яркости. Акустические устройства предусматриваются для оказания помощи людям с недостатками зрения, а также дублирования информации в наиболее ответственных местах. К ним относятся звуковые маяки (электрические, механические, электронные), шумовые индикаторы, средства звуковоспроизведения, речевые синтезаторы.

Все технические приспособления должны быть доступны, безопасны, надежны, соответствовать нормативным параметрам, требовать минимальных усилий при использовании, легко отыскиваться и быть универсальными для всех категорий физически ослабленных лиц.

Типология специализированных зданий для физически ослабленных лиц

Лазовская Н.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в Республике Беларусь происходит стремительное развитие теории и практики реабилитации, как наиболее перспективного направления в системе предупреждения инвалидности. Реабилитация подразделяется на медицинскую, медико-профессиональную, профессиональную, трудовую и интегрирующую результаты всех вышеназванных – социальную. Новые направления, технологии и методы в реабилитационной работе диктуют необходимость разработки типологии специализированных зданий для физически ослабленных лиц, в том числе для реабилитации инвалидов, создания нормативных документов по их проектированию.

В разработанном авторским коллективом архитектурного факультета БНТУ техническом кодексе установившейся практики (ТКП) “Специализированные здания для физически ослабленных лиц” устанавливаются общие положения и правила проектирования вновь строящихся и реконструируемых специализированных зданий для физически ослабленных лиц, которые распространяются на предлагаемые авторами следующие типы зданий: дома-интернаты, специальные жилые комплексы, территориальные центры социального обслуживания, реабилитационные центры, социальные приюты и хосписы. В ТКП устанавливаются общие и специфические требования для каждого из типов зданий к размещению, планировке и оборудованию участков, объемно-планировочным решениям, функциональному зонированию, параметрам функциональных зон, архитектурным элементам, деталям, внутреннему оборудованию, путям эвакуации, инженерным системам с учетом потребностей и особенностей психофизического состояния физически ослабленных лиц, в том числе инвалидов различных нозологических форм, а также новых направлений в реабилитологии и социальной работе.

**Математические аналоговые системы МАС для
геометрического программирования**

Гаврикова Г.М.

Белорусский национальный технический университет

Разработанная автором теория математических аналоговых систем является общим структурным законом геометризации пространства из ориентированных многообразий S_n^0 , где $1 \leq n \leq 6$. Через оперирование информационным модулем в комплексной совмещенной среде МАС создается единая структура открытой и закрытой МАС в виде многолистной и многосвязной системы информационного поля. Функционирование поля, или его системная составляющая, описывается функцией комплексной переменной $\omega^0 = \pm f(z^0)$ с постоянной интегрирования $I = \pm \sqrt{3}$. Следы оперирования информационным модулем на комплексной плоскости определяют многосвязные листы графических сеток отнесения, выполняющих роль канвы для получения библиотеки структурированных n -мерных многообразий в среде открытой МАС. Пятимерные ориентированные многообразия визуализируют консервативное поле закрытой МАС, где осуществляется архивирование и селекция библиотеки оперирования при соблюдении режима безвирусности. Точность реагирования консервативного поля на вводимую информацию, равная значению 10^{-20} , заключена в изоморфном наложении векторных полей – математических и физических (электромагнитных).

За счет изоморфизма МАС, структурированные многообразия могут быть механически рассчитаны. Характер вывода математических абстракций в область физических величин в операционной среде МАС акцентирует системный фактор топологии, а потому имеет ряд приложений в естественных науках.

Внедрение аналоговых информационных технологий в производство есть общая задача экономики XXI века. Конкретная проблема в этих условиях – определить методы реагирования науки и техники на число.

Актуальные аспекты архитектуры физкультурно - оздоровительных сооружений

Горунович В.В.

Белорусский национальный технический университет

Физическая культура и спорт всегда были основными видами активного отдыха и эффективным средством профилактики гиподинамии, пьянства, наркомании и др.

Остро стоит проблема привлечения к активному оздоровлению подростков, людей среднего и пожилого возраста, решить которую возможно с помощью развлекательных спортивных игр. Несложные правила игр делают их доступными и привлекательными для людей всех возрастов и разного уровня физического развития.

Развлекательные спортивные игры и сооружения для них можно разделить на три группы.

1. Игры, которые используются в международном спорте. Это – волейбол, настольный теннис, бадминтон, теннис.
2. Упрощенные спортивные игры, которые используются только для отдыха и развлечения. Это – малый теннис, мини-баскетбол, мини-волейбол, мини-футбол, мини-гольф.
3. Игры, используемые для отдыха и развлечения. Бабки, крокет, кегли и их разновидность боулинг, городки. Игры этой группы особенно доступны для среднего и пожилого возраста.

Для молодежи актуальны сооружения катания на роликовых досках и коньках – залы для скейтборда и роликодрома. Для начинающих, простейшими сооружениями являются дорожки, площадки с волнообразной поверхностью «лабиринт», а для более искушенных - искусственные горки в комплексе с трассами для скоростного спуска и слалома.

Сооружения для развлекательных спортивных игр имеют небольшие размеры и не требуют сложного оборудования. Благодаря этому, диапазон их применения очень широк, от микрорайона до крупных городских и загородных физкультурно - оздоровительных сооружений.

Особенности архитектурно-композиционных решений детских досуговых центров

Молокович Г.Е.

- Белорусский национальный технический университет

Архитектурно-композиционные особенности детских досуговых центров (ДДЦ) определяются следующими факторами и условиями.

Место размещения влияет на выбор принципиальной композиционной системы и учитывает соотношение размеров комплекса, возможности его размещения в черте города или за его пределами. Основные композиционные решения:

компактное – позволяет сосредоточить все планировочные группы в едином объеме и предполагает размещение ДДЦ в сложившейся городской застройке, на ограниченной по площади территории;

- блочное – решает функционирование планировочных блоков независимо и композиционно связывает их переходами, коммуникационными пассажами, предполагает размещение ДДЦ на городской территории с достаточным резервом зеленой зоны;

- павильонное – характерно для крупных комплексов и позволяет создавать свободную композицию в пределах осей движения, предполагает размещение ДДЦ на загородных территориях.

Гибкая организация структуры. Архитектурно-композиционное решение дает возможность дальнейшего развития комплекса как в целом, так и отдельных его частей не нарушая общего структурного построения ДДЦ.

Влияние природных форм. При формировании архитектурно-композиционных решений ДДЦ учитывается рельеф местности, силуэт парковой зоны, используются архитектурные ресурсы воды, света, природного цвета флоры и ее сезонных колебаний.

Сомасштабность и образность – условие, определяющее назначение объекта и учитывающее особенности детского восприятия с целью создания комфорта ДДЦ.

Архитектурная адаптация промышленных объектов в структуре современного города

Сысоева О. И.

Белорусский национальный технический университет

В структуре городов Беларуси промышленные предприятия являются важной составляющей, придающей своеобразие исторически сложившейся застройке городов. Однако, в условиях территориальных и экологических ограничений сложно расширять, модернизировать производство, а для развития современного города постоянно требуются новые территории. Возникающие проблемы часто решаются ликвидацией промышленных объектов. По планам развития Минска и других городов планируется «переселение» из городских центров целого ряда заводов и фабрик.

Такая градостроительная политика, конечно, позволит устранить негативное воздействие устаревшего технологического процесса на городскую среду, сократить нагрузки на инженерные сети, уменьшить транспортные грузопотоки, но и создаст новые проблемы. Это необходимость сохранения трудовых коллективов и прежней доступности получения горожанами товаров и услуг, а также, что важно, формирования на базе старых промышленных объектов качественно нового архитектурного пространства.

При выносе производственной функции представляется целесообразным ориентироваться не на полный снос зданий и сооружений промышленных предприятий, а на их архитектурную адаптацию для размещения объектов промышленного туризма, торговли, предприятий частного бизнеса, учебно-производственных и научно-производственных центров, гостиниц и жилых комплексов. Следование принципу преемственности в развитии архитектурно-пространственных структур, позволит создавать новую эстетику современной городской среды, не разрушая сложившиеся индивидуальные черты застройки белорусских городов, эффективно использовать объекты промышленной архитектуры и их отдельные фрагменты, имеющие определенную материальную, историческую и культурную ценность.

**Особенности конструктивных решений гражданских и
промышленных зданий с несущим остовом в виде
каркасно-этажерочных систем**

Корзун С.И., Токарева Н.А.

Белорусский национальный технический университет

В отличие от традиционной каркасной конструктивной системы из линейных элементов – стоек и балок - каркасно-этажерочная система состоит из линейных вертикальных элементов – стоек и горизонтальных плоскостных элементов – поэтажных плит перекрытий и покрытий. Каркасно-этажерочные системы бывают сборными, сборно-монолитными и монолитными.

Сборные каркасно-этажерочные системы устраивают из колонн, к которым крепят сборные надколонные плиты, которые в средней части имеют отверстия, соответствующие по форме и размерам поперечному сечению колонн, на которые их надевают и закрепляют на проектной высоте. На эти плиты опирают межколонные и средние плиты перекрытия. Опирание плит одна на другую выполняют на устраиваемые по периметру плит четверти с соединением выпусков арматуры и сварки накладных деталей с последующим омоноличиванием.

Сборно-монолитные каркасно-этажерочные системы выполняют из колонн и многопустотных плит-настилов, которые поэтажно примыкают и опираются на монолитные плиты-балки, устраиваемые в между колоннами.

Монолитные каркасно-этажерочные системы состоят из монолитных фундаментов, колонн, стен лестнично-лифтовых узлов и поэтажных плит перекрытий. В таких системах все несущие элементы остова здания жестко соединяются один с другим в процессе их формирования на месте строительства.

Пространственная жесткость зданий с каркасно-этажерочным остовом высотой до 5 этажей обеспечивается жестким соединением плит перекрытий с колоннами каркаса, а в более высоких зданиях необходима установка дополнительных вертикальных связей, выполняемых из сборных или монолитных плит-диафрагм, которые служат или внутренними стенами или стенами лестнично-лифтовых узлов.

**О совершенствовании архитектурно-конструктивной
подготовки студентов инженерно-строительных
специальностей**

Балыко А.Е.

Белорусский национальный технический университет

Архитектурно-конструктивная подготовка студентов инженерно-строительных специальностей БНТУ осуществляется кафедрой «Архитектура производственных объектов и архитектурные конструкции». Прделана определенная работа по совершенствованию лекционных курсов и методики преподавания.

Особое внимание кафедра уделяет унификации архитектурно-конструктивной подготовки студентов всех инженерно-строительных специальностей, а также многовариантности разрабатываемых заданий. За основу взята специальность 170.02.01 (ПГС). Для более полного изучения дисциплин на кафедре практикуется такие формы усвоения материала, как написание рефератов и студенческих научных работ, сбор банка данных по дисциплине, использование ТСО, плакатов и макетов в учебном процессе.

В то же время следует отметить, что недостатками в подготовке высококвалифицированных специалистов являются изучение дисциплины на младших курсах; нарушение принципа сквозной архитектурно-конструктивной подготовки; необоснованное занижение объема часов, отводимых на дисциплину.

С целью совершенствования учебного процесса и углубления знаний студентов предлагается:

1. Увеличить на специальности ПГС число часов на дисциплину «Архитектура» до 400;
2. Чтение курса перенести с первых семестров на последующие семестры;
3. Упорядочить чтение курса на всех инженерно-строительных специальностях по часам и тематике;
4. Закрепить за кафедрой аудиторию, которая будет оборудована макетами, плакатами и ТСО, необходимыми для проведения лекционных и практических занятий.

Межличностные отношения: преподаватель – студент

Будыко Н.С.

Белорусский национальный технический университет

В процессе совместной деятельности между людьми происходит процесс личностного взаимодействия, который включает в себя две подструктуры: внутреннюю (взаимоотношения) и внешнюю (собственно общение). Отсутствие всестороннего взаимодействия вызывает у человека ощущения собственной неполноценности и порождает различные комплексы.

Межличностное взаимодействие многофункционально: это и обеспечение развития и существования человека, и один из способов самовыражения человеческого “я”. С позиций взаимоотношений между преподавателем и студентом особое значение приобретает межличностное взаимодействие как средство коммуникации. В тандеме «преподаватель – студент» их взаимодействие не является равным, так как преподаватель исполняет роль носителя знаний и посредника в их усвоении. При этом доля принимаемой учениками помощи разновелика и зависит от уровня их развития.

Результат взаимодействия «педагог – ученик» зависит в большой степени от стиля руководства, который оказывает разное влияние на многие стороны развития личности ученика и учебного коллектива, на формирование их самостоятельности, ответственности, мотивации учения, позиций в учебной и общественной деятельности, социальной активности и т.п. Наиболее плодотворным является демократический стиль. Анализ опроса, проведенного автором с помощью анкетирования среди студентов первого курса АФ БНТУ, показал, что предпочтение они отдают, также как и школьники, тому преподавателю, который понимает, уважает, к которому можно обратиться за помощью.

В конечном итоге, взаимодействие между преподавателем и студентом должно научить последнего реализовывать навыки и умения для своей будущей профессии в атмосфере сотрудничества, позитивного утверждения, уважении личности другого человека.

Интеграция внешних и внутренних пространств при реконструкции школ

Ситникова И.О.

Белорусский национальный технический университет

Спецификой всех объектов и систем общественного назначения является создание, помимо утилитарного обеспечения соответствующих функций, обстановки, благоприятствующей этим процессам. Зачастую, в силу объективных причин, многие уже построенные школы имеют небольшие пространства для различных форм общения и развития обучающей функции. Эта задача ставится при реконструкции школ. При этом мы рассматриваем внешние пространства:

- у наружных стен по периметру здания;
- у стен внутренних дворов;
- на крышах здания.

Исходя из функциональной структуры школы, планировочное и объемно-пространственное решения могут быть комнатными, линейными, с рассредоточенными функциональными блоками. Поэтому внешние пространства могут размещаться (по отношению к существующим блокам) следующим образом: как открытые, полуоткрытые, закрытые, полужакрытые.

Включение внешних пространств, которые могут использоваться как расширенные рекреации, форумы, пространства для различных видов общения, обогащает структуру школьного здания, дает возможность для его развития.

В зонах с холодной зимой покрытия этих пространств летом могут открывающимися. При плоских крышах – ступенчатое интегрирование внешних пространств в структуру здания и т.д. Существует и разработано несколько приемов для интеграции.

Вывод: даже при проектировании новых школ мы можем заложить тип, виды и приемы реконструктивных мероприятий с интеграцией внешних пространств.

Новое в проектировании школьных зданий

Санникова О.Ф.

Белорусский национальный технический университет

В Беларуси накоплен значительный опыт проектирования зданий учебно-воспитательного назначения. Но сегодня вопросы формирования этих объектов приобретают особую актуальность в связи с принятием Закона Республики Беларусь «Об общем среднем образовании». Необходимость учета в архитектурном проектировании установленных Законом требований обусловила проведение научно-исследовательской работы по корректировке: номенклатуры типов зданий школ; состава и площадей помещений функциональных зон школ.

Изменения номенклатуры зданий школ связаны с включением в типологический ряд новых общеобразовательных учреждений — учебно-педагогических комплексов, объединяющих школу и детский сад либо школу и учреждения среднего специального образования. Типологически подтверждена возможность формирования «открытой» школы, являющейся центром образования, эстетического и физического развития для всего населения обслуживаемой школой территории.

При корректировке планировочной структуры функциональных зон школы уточнен обязательный состав учебных помещений и определен дополнительный их перечень, обеспечивающий условия для организации изучения предметов на повышенном или углубленном уровнях. Расширен состав помещений для физического воспитания и спорта, общешкольных центров.

При нормировании площадей учебных помещений учитывались уменьшение наполняемости классов (I-IV — до 20 человек, V-XII — до 25), а также необходимость обеспечения свободы расстановки и группировки мебели, создания учебных мест для детей-инвалидов, условий для хранения пособий и индивидуальных вещей учащихся.

По результатам работы внесены необходимые изменения и дополнения в действующие в республике нормативно-технические документы.

О влиянии современных технологий на архитектурно-конструктивное решение современных мостов

Манкевич С.В.

Белорусский национальный технический университет

В процессе развития несколько тысячелетий человек-строитель стремился в своих постройках бросить вызов силам притяжения и соорудить что-то устремленное ввысь. Появилось понятие «вертикаль». Менгир – каменный столб, поставленный вертикально. Далее башни, колокольни, мачты, маяки, небоскребы. Обозначались своего рода измерительные эталоны, выше которых подняться было престижно (самый известный – Эйфелева башня). Здания-небоскребы и телебашни давно перешагнули 400 м рубеж. Некоторые проекты так и остались на бумаге и в макете, например проект самого высокого сооружения в мире, известного как «небоскреб-миля» высотой 1,6 км знаменитого Ф.Л. Райта, из-за невозможности его технического воплощения. Однако с точки зрения архитектуры выделяются не самые высокие здания, а имеющие свой индивидуальный архитектурный облик, например «тубик помады» Lipstick Building (1986) в Нью-Йорке, овально телескопической формы среди «коробок» или Нэйшнс-Бэнк(1984) центр в Хьюстоне из красного гранита с чертами постмодернизма и суровой зубцовой средневековой архитектуры.

Современные технологии позволили говорить о высоте не башен или небоскребов, а о высоте такого в принципе протяженного, сооружения как мост. Про изящный, многоцветный виадук Мийо через долину реки Тарн (архитектор Н. Фостер), открытый для движения в январе 2004 года, сразу же сообщили, что он самый высокий мост в мире и что он выше Эйфелевой башни. Высота одного из пилонов 343 м – на 14% выше Эйфелевой башни и почти равна высоте знаменитого чикагского небоскреба «Центр Джона Хэнкока», т.е. это настоящий мост-небоскреб, строительство которого стало возможным благодаря высоким технологиям. Мосты, которые соревновались в основном по «горизонтالي» стали сравнивать с вертикальными эталонами, символами достижений технологий. В погоне за звание называться «самым-самым» чрезвычайно важно сохранить сплав инженерного искусства и архитектуры для создания настоящих шедевров.

**Влияние конструктивно-технологических систем
на объемно-планировочное решение здания**

Журавская Т.С., Фомичева Н.М.

Белорусский национальный технический университет

Потребительские качества жилья главным образом определяются объемно-планировочным решением квартиры и здания в целом, которые в значительной степени зависят от конструктивной системы и технологии возведения здания.

До последнего времени жилые здания возводились в основном с использованием бескаркасной (стеновой) конструктивной системы.

В крупнопанельных зданиях наиболее часто используется перекрестно-стеновая система с узким шагом поперечных несущих стен, что ограничивает планировочные возможности. Большая свобода планировки может быть обеспечена при использовании продольно-стеновой и поперечно-стеновой систем с широким шагом несущих стен (разработка «Гомельгражданпроекта»).

Перспективной является также разработанная институтом «Минскпроект» серия 464-М, в которой часть внутренних несущих стен заменена колоннами (неполный каркас).

Наиболее полно принцип гибкой планировки может быть реализован при строительстве зданий каркасной конструктивной системы с балочными и безбалочными перекрытиями. В Беларуси наибольшее распространение получили системы каркасов «КУБ» и «АРКОС» (разработка БелНИИС).

Архитектурно-планировочное решение монолитных и сборно-монолитных зданий в значительной степени зависит от их технологии возведения. В Минске при возведении таких зданий использована скользящая, щитовая и объемно-переставная опалубки. В большей степени гибкость планировки может быть достигнута использованием щитовой и скользящей опалубок. Объемно-переставная опалубка значительно ограничивает свободу планировки, т.к. экономически нецелесообразно увеличивать число разных комплектов опалубки.

**Композиционные аспекты архитектуры
производственных построек Беларуси
конца XVIII – начала XX вв.**

Залесская Г.Л.

Белорусский национальный технический университет

На начальном этапе появления объектов производственного назначения основным композиционным приёмом была симметрия. Первые постройки мануфактур, складов имели простые прямоугольные планы, на фасадах – метрическое чередование оконных проёмов. Также здание имело элементы, подчёркивавшие углы, нижнюю и верхнюю завершающие части фасада, иногда выделенный центр или порталы входов.

Основным фактором влияния на развитие промышленной архитектуры являлась функционально-технологическая определённости объёмно-пространственного построения. Так, в очевидное противоречие с утилитарной необходимостью пришёл традиционный классический прием разбивки оконных проёмов, разрешаемое лишь введением фальшивых окон.

С развитием технологии и возникавшими отличиями в объёмно-планировочном построении, новыми требованиями к параметрам внутреннего пространства была освоена асимметричная, композиция здания, сочетавшая несколько разновеликих объёмов.

Увеличение количества объёмов происходило при технологически сложных процессах, при нескольких последовательных стадиях обработки продукта или при объединении разных процессов на одном предприятии.

В городах композиция фасадов производственных корпусов предприятий фронтальная, без выявленного центра, тогда как для заводов в имениях было свойственно стремление к симметричному решению хотя бы в силуэте.

На фасадах зданий подчёркивается ярусность с помощью поясков, тяжей, карнизов и тектоника, выражавшаяся лопатками, контрфорсами. Характерным оставалось метрическое построение фасадов на чередовании оконных проёмов, лопаток, ниш.

Значимость отдельных факторов в формировании архитектуры селитебных территорий агломераций

Малков И.И.

Белорусский государственный университет транспорта

Агломерации создаются в условиях сложившихся населенных пунктов, что вызывает трудности в формировании законченных архитектурно-композиционных ансамблей.

Проведенное нами обследование уже сформированных агломераций, позволило выявить основные приемы формирования их архитектурно-композиционного решения в современных условиях.

Наиболее значительными для формирования агломерации являются общественные здания. Их архитектурно-планировочное решение во многом определяет построение общественных площадей.

Зданиями, организующими пространство площадей, могут быть общественно-культурный центр, культовое сооружение, административное здание, торговый центр, спортивный комплекс. Важность этих зданий предьявляет повышенные требования к формированию их архитектуры.

Элементом формирования архитектурно-композиционного решения является благоустройство, включающее наличие твердого покрытия, проезжей части, тротуаров, газонов главных улиц населенного пункта и центральной площади.

К числу приоритетных факторов отнесена важность современной внешней отделки и цветового решения жилых домов новой застройки.

Наличие мемориальных зон в агломерациях становится одной из важных черт формирования центральной части

Организация силуэтных и панорамных композиций должна быть учтена при разработке генеральных планов и последующим формированием архитектуры агломераций.

В качестве архитектурных акцентов могут быть приняты культовые сооружения или крупные общественные здания.

УДК 711.553.

**Особенности архитектурно-планировочной организации
мест хранения автотранспорта в городах
Республики Беларусь**

Демьянович Н.С.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня, в связи со стремительным ростом уровня автомобилизации, в городах республики Беларусь обострилась проблема хранения автотранспорта.

Ее решение требует создания единой, научно-обоснованной системы паркирования, вопреки существующей практике наращивания мест хранения транспортных средств в любых доступных точках городов. Такая система должна быть универсальной, удобной в использовании и решать проблему паркирования на перспективу, что может быть обеспечено соединением двух подходов: градостроительного и архитектурно-планировочного.

Для научного обоснования возможности создания такой системы для всех крупных городов Республики Беларусь, а не для каждого индивидуально был проведен анализ формирования мест хранения автотранспорта в городах, с целью определения общего и особенного в этом процессе.

Исследование организации мест хранения автотранспорта проводилось для таких крупных городов Беларуси, как Минск, Могилев, Витебск, Гродно, Брест, Гомель.

На основании проведенного анализа было установлено, что формирование сети мест хранения автотранспорта в городах Беларуси шло однотипно и сегодня характеризуется схожестью градостроительных и объемно-планировочных решений, близкими показателями автомобилизации, а также возросшим количеством автотранспорта, требующего решений по размещению мест его хранения.

Проведенный анализ обосновывает необходимость изучения проблемы мест хранения автотранспорта путем объединения двух подходов: градостроительного и объемно-планировочного, и дает возможность разработать общую методику оценки и организации мест размещения и хранения автотранспорта.

Архитектурно-планировочное решение пассажирских терминалов

Жаркевич Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Пассажирский терминал выполняет функции пересадочного узла между различными видами городского, пригородного, междугородного и международного транспорта. Он представляет собой единый архитектурный объем, где «под одной крышей» в нескольких уровнях пересекаются платформы различных видов транспорта, пассажиры которых используют общие сооружения, помещения и устройства.

Среди исследованных архитектурных объектов, наиболее близких по своим характеристикам к пассажирским терминалам, были выделены три типа терминалов. Первый тип – это пассажирские терминалы, осуществляющие пересадки пассажиров с одного вида городского пассажирского транспорта на другой. Как правило, такие терминалы располагаются в основных транспортных узлах города на базе станций метрополитена и имеют многоуровневое построение с вертикальным размещением функциональных зон. Второй тип – это пассажирские терминалы, осуществляющие пересадки пассажиров с городских на междугородные и международные направления. Такие терминалы чаще всего размещаются в черте города на базе реконструируемых вокзалов и имеют вертикальное взаиморасположение функциональных зон. Третий тип – это пассажирские терминалы, осуществляющие пересадки пассажиров международных и междугородных направлений, расположенные за пределами города, и имеющие преимущественно горизонтальное расположение функциональных зон. Первый тип терминалов осуществляет взаимодействия различных видов транспорта на уровне городов. Второй тип – на уровне регионов, третий тип – на уровне страны. Таким образом, пассажирские терминалы координируют системы транспортных коридоров и обеспечивают взаимодействия различных видов транспорта на всех территориальных уровнях – городском, региональном и международном.

Вопыт праектавання манастырскага ансамбля (на прыкладзе Свята-Елісавецінскага манастыра ў г.Мінску)

Вараб'ёў В.Г.

Беларускі нацыянальны тэхнічны універсітэт

З 90-х гадоў аднаўляецца будаўніцтва манастырскіх ансамбляў. У сувязі з недахопам вопыту праектавання аб'ектаў дадзенага тыпалагічнага раду актуальным з'яўляецца аналіз праблем, разгляд і ацэнка прынятых рашэнняў пры будаўніцтве Свята-Елісавецінскага манастыра (СЕМ).

Манастыр створаны ў 1999 г. і фарміруецца па сённяшні дзень у паўночнай частцы г. Мінска на асноўнай магістралі горада – Даўгінаўскім тракту. Першапачатковае кампазіцыйнае рашэнне манастыра: Свята-Елісавецінская царква (дамінанта) і келейны корпус (фон). Пабудовам характэрны рысы старажытнарускай архітэктуры. З павелічэннем вернікаў у 1999-2004 гг. будуюцца храм у гонар абраза Божай Маці «Дзяржаўны» (які становіцца новым кампазіцыйным цэнтрам) і другі келейны корпус. Архітэктар праектаваных аб'ектаў – М.М. Дзятко.

У 2004 годзе ствараецца архітэктурная майстэрня манастыра, якой праектуюцца: нядзельная школа, дом паломніка, выстаўны комплекс (I этап); дом сястрыцтва, крамы царкоўнага начыння, званіца, гандлёвыя рады (II этап). Уся запланаваная кампазіцыя ўтварае амаль замкнёную перыметральную забудову. Вобразнае рашэнне праектаваных аб'ектаў мае ў аснове старадаўнюю маскоўскую архітэктурную.

Грунтуючыся на вопыце будаўніцтва СЕМ можна зрабіць шэраг высноў: неабходна выбіраць найбольш прэзентабельныя пляцоўкі (СЕМ размешчаны ў глыбіне забудовы і адсутнічае візуальная сувязь з Даўгінаўскім трактам); прытрымлівацца аднаго стылявага накірунку; развіваць сучасныя падыходы нацыянальнай культуравай архітэктуры, якія будуць спрыяць стварэнню непаўторнага архітэктурнага ландшафту краіны.

Літаратура. 1. Свято-Елисаветинский монастырь [Электронный ресурс] / Официальный сайт монастыря. – Минск, 2008. – Режим доступа: http://obitel-minsk.by/neolocation_mid261.html. – Дата доступа: 18.02.2008.

Местные особенности и типология предприятий торгового бытового обслуживания в историческом центре города

Волович О.А.

Белорусский национальный технический университет

В условиях необходимости производить реконструкцию предприятий торгового бытового обслуживания в исторической ткани белорусского города и отсутствия рекомендаций у многих архитекторов возникают сложности с внедрением современного технологического процесса в историчную застройку.

Исходя из этого, хотелось бы разделить предприятия торгового бытового обслуживания, расположенные в исторической части по тем мероприятиям, которые необходимо предпринять, чтобы они были максимально рентабельными, сохраняя при этом историческое звучание:

Во-первых, встроенные предприятия торгового бытового обслуживания населения в условиях, при которых невозможно увеличить их объём.

Во-вторых, отдельным типом хотелось бы выделить предприятия торговли, встроенные в исторические здания, где возможно за счёт присоединения к ним соседних помещений произвести улучшение технологических и санитарно-гигиенических условий.

В-третьих, встроенные или встроено - пристроенные магазины в типовых зданиях 60- х годов.

В-четвёртых. Более разнообразные и эффективные возможности для модернизации объектов сети торгового бытового обслуживания возникают в том случае, когда имеется возможность пристройки новых объёмов к зданию, не нарушая при этом сложившегося образа исторического здания.

В-пятых. Предприятия торгового бытового обслуживания в отдельно стоящих исторических зданиях.

В-шестых. Отдельная проблема – адаптация чуждых по архитектуре, выбивающихся из общей ткани застройки зданий, построенных во времена ликвидации «архитектурных излишеств». В зависимости от особенностей каждого такого здания необходимо искать индивидуальное решение.

Планировочная структура центров для досуга молодежи в городах Ирана

Фаррох Сияр Фаррох

Белорусский национальный технический университет

Сложность решения проблемы досуга городской молодежи заключается не только в отсутствии методических основ этой деятельности и в неопределенности инвестиционных перспектив, но и в особенностях сформировавшихся градостроительных образований, в которых не предусматривались пространства для реализации подобных функций. Изменения архитектурной среды ориентируются, особенно в условиях уплотненной, характерной иранским городам застройки, прежде всего на расширение жилищных функций, что затрудняет строительство отдельно стоящих объектов для досуга молодежи в сложившихся жилых районах.

Учитывая, что планировочные структуры центров для досуга молодежи, при всех их вариантах, целесообразно направлять на обеспечение широкого спектра функций, то перспективной представляется использование в одном досуговом объекте сочетания универсального пространства зального типа вместимостью до 100 чел., трансформируемых пространств (на 20-25 чел.) и отдельных помещений (на 7-12 чел.). Но реализация таких решений при отсутствии свободных территорий возможна только в виде встроенных и встроенно-пристроенных решений.

Возможности организации досуговых функций при встроенном варианте определяются особенностями существующего здания. Во встроенно-пристроенных объектах в пристроенных помещениях следует размещать те функции, которые невозможно из-за конструктивной структуры или высотных параметров расположить в существующем здании. Пристраивать, очевидно, следует помещения универсального назначения, по своим параметрам относящиеся к зальному типу. Помещения средней и малой площади (кружковые, клубные помещения по интересам) могут, если технологические требования не препятствуют этому, размещаться в существующем здании.

Проблемы адаптации публичных библиотек к современным информационным технологиям

Григорьева Н.А.

Белорусский государственный технический университет

Развитие новых технологий приводит с одной стороны к небывалому росту информатизации, а с другой заставляет предусматривать меры по модернизации функционально-планировочных структур существующих библиотечных зданий.

Инфраструктура публичных библиотек Беларуси – одна из самых устойчивых и хорошо отлаженных, опираясь на нее, реально создать систему т.н. «медiateк» – новых типов общественных зданий, назначение которых собирать, хранить и предоставляющих всем желающим материалы досугового, учебного, творческого характера на электронных носителях.

Этот планировочный блок может функционировать в качестве специализированных отделов, как при самих публичных библиотеках, так и при зданиях общественных центров. Такая структура вполне способна решать задачу обеспечения информационного доступа для широких масс населения.

Типы существующих зданий РПБ (региональных публичных библиотек) выведены на основе: индивидуальных проектов; типовых проектов; приспособленных зданий; встроено-пристроенных структур; кооперированных структур со зданиями общественного назначения. Не все эти объекты имеют равные возможности архитектурной адаптации к новым информационным технологиям.

На основе результатов исследования можно выделить следующие принципиальные схемы планировочного сочетания блока библиотеки и блока медiateки в структуре РПБ: горизонтальное и вертикальное зонирование в рамках существующего планировочного объема; пристройка, надстройка; дистанционное взаимодействие в рамках единого учреждения (отдельностоящая медiateка по индивидуальному проекту или кооперированный со зданием общественного назначения медиаблок.

Современные отделочные фасадные системы, материалы, элементы

Миронов В.М.

Белорусский национальный технический университет

Светопрозрачные фасадные системы, их разновидности, конструктивные, технологические и композиционные особенности. Основные типы:

тип 1: схемы с использованием металлических профилей и крепежом стекла по периметру:

- стоечно-ригельная, структурная и комбинированные схемы;
- блочная или кассетная схема.

тип 2: схемы с пространственной подконструкцией и точечным креплением стекла.

Современные материалы облицовки в системах вентилируемых фасадов, их разновидности, конструктивные, технологические и композиционные особенности. Виды облицовки:

- 1) керамогранитные плиты (синтетический камень);
- 2) плиты из натурального камня и на их основе;
- 3) плиты и фасонные элементы из керамики
- 4)цементно-песчаные и цементно-волокнистые, фиброцементные плиты (типа Eternit, Минерит);
- 5)металлические кассеты, металлический сайдинг, и т.п.;
- 6) вальцованные метал. листы из меди, титана, цинка и т.п.;
- 7) кассеты из алюминиевых композитных материалов;
- 8) материалы из ламината (пластика) высокого давления.

Современные фасадные элементы заводского изготовления, их разновидности, конструктивные, технологические и композиционные особенности. Основные виды:

- 1) фасадные солнцезащитные устройства (алюминиевые ламели, керамические фасонные элементы и т.п.);
- 2) системы металлических ограждений кровель, балконов, лоджий, крылец.
- 3) козырьки и навесы
- 4) фасадные светильники.

Проблемы сохранения жилой исторической среды г. Гродно

Счасная Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Предпосылки:

- Отсутствие отдельного закона об охране и развитии исторического центра Гродно (ИЦГ). Пример – г. Рига.

- Вытеснение жилой функции из ИЦГ другими более окупаемыми на данный момент функциями (офисно-деловая, торговая, развлекательная).

- Увеличение транспортной нагрузки на ИЦГ (изменение рельефа улиц по высоте и ширине).

- Снос деревянных жилых зданий, составляющих самобытную среду бывших гродненских предместий, в настоящее время входящих в ИЦГ (ценность среды как понятие не закреплена юридически).

- Достаточно неудовлетворительное техническое состояние каменных жилых исторических зданий (отсутствие отдельной статьи расходов в городском бюджете на реставрацию, реконструкцию, модернизацию жилых зданий).

- Несоответствие около 20% существующего жилья в ИЦГ современным жилищным стандартам (отсутствие горячего водоснабжения и канализации, уборные на улице, недостаточная инсоляция квартир и т. д.).

- Незаинтересованность жильцов старых жилых домов в улучшении качества своих жилищных условий (большинство не является собственниками занимаемых квартир). Пример заинтересованности – жилой район Ужупис в Вильнюсе.

- Снижение количества зеленых насаждений в ИЦГ за счет дворовых территорий.

- Выборочный ремонт жилых исторических домов, ухудшающий эстетическую целостность улиц и кварталов.

- Низкое качество выполненного в последние несколько лет благоустройства дворов и внутриквартальных территорий.

- Отсутствие интереса со стороны городских властей к исторической жилой среде как возможному объекту туристического осмотра и досуга.

Зеленые насаждения как природный компонент для оптимизации окружающей среды жилых территорий города

Тихонова Е.А.

Белорусский национальный технический университет

С ростом города, развитием его промышленности, становится все более сложной проблема охраны окружающей среды, создания нормальных условий для жизни и деятельности человека. В решение этой задачи важная роль принадлежит зеленому строительству. В последние годы в республике возникло новое научное направление – оптимизация окружающей среды средствами озеленения.

Озеленение населённых мест – это комплекс работ по созданию и использованию зелёных насаждений в населенных пунктах. В градостроительстве озеленение является составной частью общего комплекса мероприятий по планировке, застройке и благоустройству населённых мест.

Формирование системы озеленения и его нормативы в различных населённых местах Беларуси зависят от их географического положения и местных условий.

Озеленение городов и промышленных центров с их сложной экологической обстановкой предъявляют жесткие требования к ассортименту древесно-кустарниковых растений. Важно подобрать такие растения, которые способны не только произрастать в условиях загрязненности атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и транспорта, но и нейтрализовать эти выбросы.

В 1997 году НАН РБ издан ныне действующий документ, который называется «Ассортимент декоративных деревьев и кустарников для зеленого строительства Беларуси».

Однако, основа системы озеленения современного города – насаждения на жилых территориях. При подборе ассортимента следует учитывать декоративные качества растений, их эколого-биологические свойства, динамику развития растений и ориентироваться на конечные формы и размеры.

Поэтому мы разрабатываем ассортимент растений, предназначенный непосредственно для озеленения жилых территорий с учетом экологической и ландшафтной значимости.

**Градостроительство
и ландшафтная архитектура**

**Особенности функционально-планировочной
и композиционно-пространственной организации
торгово-обслуживающих комплексов
в крупных городах Беларуси**

Голубева Я.А.

Белорусский национальный технический университет

Современный период развития городов Беларуси характеризуется изменением подхода к организации обслуживания. В дополнение к устоявшейся трехуровневой системе появляются крупные объекты, в которых различные товары и услуги собраны в единый комплекс.

Подобные торгово-обслуживающие комплексы (ТОК) являются привлекательными как для населения, так и для инвесторов. Формат ТОК позволяет включать в его состав не только коммерчески привлекательные функции, но и социально ориентированные объекты. Целенаправленное размещение и планирование функционального состава ТОК позволит за счет привлечения частных инвестиций насытить город не только торговой, но и другими необходимыми общественными функциями; позволит создать новые композиционные акценты, что особенно важно в условиях типовой застройки в срединной и периферийной зонах города.

Предлагается выделить 2 базовых типа ТОК:

А – комплексы городского значения;

Б – комплексы районного значения.

В зависимости от соотношения функциональных блоков предлагается выделить следующие подтипы:

А1, Б1 – культурно-развлекательный ТОК, более 40% полезной площади ТОК заняты неторговыми объектами, предусматривается развитие наиболее широкого спектра дополнительных функций.

А2, Б2 – развлекательный ТОК, более 30% полезной площади ТОК заняты объектами спорта и проведения досуга.

А3, Б3 – базовый ТОК – предусматривается минимальное развитие дополнительных функций, размещается в структуре других центров, например транспортных узлов.

Стратегия градостроительной организации туризма в Минске

Потаев Г.А., Павлович И.С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время туристские ресурсы и объекты туристской инфраструктуры сконцентрированы преимущественно в центральной части Минска, в зоне исторической планировки и застройки.

Предусматривается рассредоточение туристских потоков и создание новых мест притяжения туристов в других районах города и за его пределами.

Исходя из имеющегося потенциала, приоритетными направлениями развития туризма в Минске определены: деловой, спортивный, культурно-развлекательный, познавательный, транзитный туризм.

Качественный прорыв в развитии туризма в Минске невозможен без повышения эффективности использования имеющихся ресурсов и создания новых «фокусов» притяжения туристов, способных вызвать интерес и стать побудительной причиной приезда туристов именно в Минск, а не в другие города.

Предусматривается формирование 11 туристских зон и 38 туристских комплексов, имеющих удобные транспортные связи между собой, с транспортными узлами и внешними транспортными направлениями, линиями городского общественного пассажирского транспорта.

Формируемая сеть объектов посещения и обслуживания туристов будет использоваться не только на туристами (лица, приезжающие с целью отдыха, с познавательными, развлекательными, деловыми целями на срок не менее 24 часов) и экскурсантами (лица, приезжающие с теми же целями на срок менее 24 часов), но и жителями города.

Расчеты показывают, что среди посетителей туристских объектов туристы и экскурсанты составят 34 % и жители города – 66%.

**Современные тенденции развития туризма
в крупных городах**

Павлович И.С.

Белорусский национальный технический университет

Возрастает конкуренция городов, регионов и стран, желающих принять туристов. Для привлечения туристов используются разные средства: информационные, экономические, организационные. Немаловажное значение имеет индивидуальность облика городов-центров туризма, которая формируется средствами архитектуры и дизайна. При этом используются как исторические объекты, так и ультрасовременные уникальные архитектурные и инженерные сооружения, которые по посещаемости туристами успешно конкурируют с историческими.

В крупных городах расширяется номенклатура объектов, предоставляющих туристам разнообразные виды занятий и услуг. Продолжается дифференциация туристского спроса. Растет популярность специализированных туров по интересам, индивидуального туризма. По посещаемости туристами в крупных городах лидируют объекты развлечений, оттеснившие на второй план историко-культурные достопримечательности.

Динамично развивается деловой туризм (участие в деловых встречах, международных и национальных конгрессах, выставках, ярмарках, смотрах научно-технических достижений, посещение крупных научных и промышленных центров), это один из наиболее выгодных для принимающей стороны видов туризма.

Популярно посещение туристами крупных спортивных и культурных мероприятий (спортивных соревнований, карнавалов, фестивалей, выступлений знаменитых артистов, театральных коллективов, музыкантов).

Среди туристов увеличивается доля молодежи и людей пожилого возраста.

Ускоренными темпами развивается внутрирегиональный туризм, отражая возможности все более широких слоев населения участвовать в туризме. Растет популярность краткосрочных туров по городам в выходные дни.

Особенности изменения количественных параметров белорусских городов

Лагутенок Д.В.

Белорусский национальный технический университет

В условиях современных процессов урбанизации и глобализации перспективы развития небольших городов весьма проблематичны. Относительно заметным потенциалом количественного роста, а, следовательно, и качественного развития, обладают средние по величине города. Двойственное положение малых городских поселений обусловлено рядом негативных характеристик, которые затрудняют процесс их саморазвития. Проведенное исследование демографических процессов, протекающих в городских поселениях, позволило выявить общие тенденции в изменении их количественных параметров:

- период 1960-80-х гг. отмечен интенсивным ростом городов, особенно опорных центров расселения, вызванным политикой послевоенного восстановления и индустриализации республики;

- период 1980-х - нач. 90-х гг. является временем стабилизации демографической и социально-экономической ситуации и как следствие затухания процесса роста городского населения;

- период 1990-2007 гг. характеризуется сокращением, а затем стабилизацией общей численности населения страны. Спад экономического развития вызвал заметное уменьшение численности жителей в ряде малых городских поселений.

Дифференцированный подход к поиску путей развития небольших городов страны, основанный на обширном статистическом и графоаналитическом анализе, диктует необходимость разделение поселений на группы в зависимости от степени вероятности их роста в будущем: развивающиеся города; города, обладающие потенциалом развития; города, не способные к саморазвитию. Выявленные группы поселений предполагают формирование стратегий совершенствования и прогрессивного развития небольших городов в трех отличающихся направлениях. Разработка градостроительных стратегий каждого из этих направлений должна вестись на основе учета индивидуальных особенностей функционирования городского поселения.

**Учет психосоматических особенностей ребенка
при проектировании архитектурных объектов**

Мазаник А.В.

Белорусский национальный технический университет

Архитектор достигает положительного результата своей проектной деятельности, если основывается на глубоком понимании задач и умении найти требуемое в данном конкретном случае решение. При этом предметом проектирования становится не столько сам архитектурный объект, сколько «пространственное поле человеческой жизнедеятельности» (Степанов А.В.), отражение в архитектуре деятельностной природы человека. Создавая пространство, архитектор не может не учитывать требования и особенности пользователя этого пространства.

С 2003 года на архитектурных факультетах Белорусского национального технического университета и Политехники Белостокской (Республика Польша) проводится работа на тему «Проблемы проектирования архитектурной среды с учетом психологических особенностей пользователей». Одним из результатов этой работы явилось пособие «Мир ребенка. Создание интерьера с учетом психологических особенностей детей» (авторы Е.С. Агранович-Пономарева, Я.С. Жарновецка, А.В. Мазаник, при участии Н.А. Лазовской, А.В. Геруса, Ю.А. Митюхиной, Я. Езерской).

В пособии рассматриваются основы теории психологии развития и психологии среды, соматические особенности детей разных возрастных групп, в том числе детей с особенностями развития.

В работе также приводятся прикладные методики оценки типа нервной деятельности и способа восприятия информации, определения темперамента, типа восприятия и хромотипа. На основе результатов оценки индивидуально-психологических свойств личности ребенка и его родителей предлагаются различные способы формирования детского интерьера. Отдельный раздел посвящен вопросам проектирования универсальной среды с учетом требований детей с нарушениями слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата.

**Использование природного и культурного потенциала
для развития поселений и территорий приграничья
Беларуси и Польши**

Нитиевская Е.Е.

Белорусский национальный технический университет

На характер и интенсивность трансграничных взаимосвязей в значительной степени влияют географическое расположение, история развития и международные отношения этих государств. Западный регион Беларусь–Польша выполняет функции наиболее активной контактной зоны со многими европейскими государствами. Приграничные регионы играют важную роль как в системе расселения и транснациональных взаимосвязей, так и в природном комплексе Европы. Они входят в зону “зеленые легкие Европы”, что определяет их важное экологическое значение для Восточной и Центральной Европы. Так, например, Беловежская пуша, расположенная на границе между Республикой Польша и Республикой Беларусь — наиболее крупный остаток реликтового первобытного равнинного леса, который в доисторические времена произрастал на территории Европы. Постепенно он был вырублен и в относительно ненарушенном состоянии в виде крупного массива сохранился только в Беловежском регионе. В 1992 г. решением ЮНЕСКО Государственный национальный парк «Беловежская пуша» включен в Список всемирного наследия человечества.

Многие малые приграничные города расположены непосредственно в зонах, характеризующихся уникальными природными условиями. В этих городах возможно развитие очень популярных в последнее время в Европе видов туризма: культурно-познавательного, этнического, экологического, аграрного и самодельного. Сохранившиеся в окрестностях малых городов старинные усадьбы и садово-парковые комплексы представляют большой интерес для знатоков истории и эмигрантов.

Среди основных проблем, препятствующих развитию приграничных малых городов можно выделить низкий уровень инфраструктуры туризма и нескоординированность взаимовыгодного использования туристско-рекреационного потенциала.

УДК 711. 455 (510)

**Размещение и развитие объектов туристской
инфраструктуры в городах Китая с ценным
историко-культурным наследием**

Лю Кай

Белорусский национальный технический университет

При размещении объектов туристской инфраструктуры предлагается использовать *метод глубинно-поясного зонирования*, суть которого в размещении объектов с учетом частоты посещения их туристами. В помещениях, выходящих на туристские улицы, размещаются более часто посещаемые туристами объекты (магазины сувениров, чайные, рестораны, мастерские, где можно увидеть, как изготавливаются работы художников, ремесленников, и приобрести их), а в глубине застройки – менее часто посещаемые объекты (мини гостиницы, музыкальные залы, др.). При этом смежно размещаемые объекты должны иметь совместимые функции. Например, если в помещениях, выходящих на улицу, размещается магазин, чайная или ресторан, то в помещениях, отделенных внутренним двориком, может размещаться маленькая гостиница или жилище хозяина, что традиционно для исторических китайских городов.

В двухэтажной исторической застройке предлагается использовать также *метод высотного зонирования* – на первых этажах размещаются более часто посещаемые объекты (магазины, чайные и др.), на вторых этажах – совместимые с ними по функции, но менее часто посещаемые объекты (мини гостиницы, рестораны и др.).

УДК 711

**Развитие планировочного каркаса расселения
Республики Беларусь**

Семенкевич Д.И.

Белорусский национальный технический университет

Планировочный каркас расселения Республики Беларусь включает опорные города национальной системы расселения,

транспортные коммуникации национального и международного значения.

Из 207 городских поселений Республики Беларусь 26 городов или 12,5% являются опорными городами национальной системы расселения. Они расположены в зоне влияния транспортных коммуникаций, включенных в сеть основных международных путей сообщения, магистральных транспортных коммуникаций, связывающих города национального значения между собой и г. Минском, с рекреационными, историко-культурными объектами национального значения.

На развитие планировочного каркаса расселения республики оказывает существенное влияние национальная экологическая сеть, формирование которой устанавливает ряд ограничений и приоритетов развития, как для опорных городов, так и для транспортных коммуникаций.

Планировочный каркас расселения страны складывался исторически. Периодом его наиболее активного развития стали 50-70 годы прошлого века, годы послевоенного возрождения страны и ее индустриализации в рамках СССР.

К основным тенденциям современного развития планировочного каркаса расселения Республики Беларусь можно отнести:

дальнейшую поляризацию расселения за счет концентрации процессов урбанизации в зоне трансъевропейского транспортного коридора Брест-Минск-Орша, в зонах крупных городов и г. Минска;

совершенствование систем региональных транспортных связей для обеспечения населению периферийных зон страны оптимальной временной доступности городов, образующих планировочный каркас расселения;

снижение экологических рисков, противоречий между развитием элементов планировочного каркаса расселения и природными комплексами экологической сети республики за счет комплексного планирования и инновационных технических решений.

Психологические аспекты восприятия пространства

Протасова Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

Восприятие архитектурно-пространственной среды – многоплановая проблема, включающая эстетические, психологические и социально-исторические аспекты.

Связь человека с окружающим его внешним миром отражается в его психике с помощью двух процессов – ощущение и восприятие. При этом ведущим процессом в осуществлении связи человека с архитектурной средой является восприятие, поскольку 85% объема информации о среде человек получает благодаря зрению.

Психофизиологическое восприятие архитектуры как физически существующей реальности, по мнению специалистов, определяется несколькими аспектами:

- биологической системой восприятия человека,
- эстетическим восприятием архитектуры в соответствии с понятием красоты, которое меняется вместе с изменением социально-исторических условий,
- художественное восприятие архитектуры как произведений искусства.

Таким образом, восприятие имеет сложный физико-психолого-социальный характер.

К проблеме воздействия архитектуры на зрителя обращались зодчие, психологи, физиологи, искусствоведы, философы. В каждой области знаний существуют свои акценты изучения восприятия пространства. Так, в работах теоретиков-градостроителей преобладает анализ планов городов и общественной застройки. При этом несколько выпадает размышление о том, как формировать пространство, чтобы использовать его влияние на человека.

В целом учет особенностей зрительного восприятия должен способствовать созданию наиболее целесообразных и выразительных архитектурно-композиционных решений.

Особенности градостроительной организации транспортно-общественных центров в крупных городах Беларуси

Степура М.Г.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время одними из основных проблем, с которыми сталкиваются крупные европейские города, являются бурный рост автомобилизации и отсутствие территориальных ресурсов для нового строительства. Решением данных проблем являются, соответственно, развитие систем общественного транспорта и реконструкция и уплотнение застройки. В результате взаимоувязанного решения названных проблем возникает новый градостроительный объект – транспортно-общественный центр (ТОЦ), представляющий собой общественный комплекс, организованный на базе транспортно-пересадочного узла. Подобные центры уже реализованы в ряде европейских городов, еще несколько находятся в стадии проектирования или строительства.

В крупных городах Беларуси также появилась необходимость строительства транспортно-общественных центров, которые с одной стороны способствовали бы оптимизации транспортного сообщения между различными частями городов и улучшению качества обслуживания пассажиров, а с другой, явились бы катализатором реконструкции значительных городских территорий, которые в данное время используются неэффективно.

Формирование ТОЦ в городах Беларуси основано на выделении 4 основных типов данных объектов. Важнейшим фактором, определяющим тип ТОЦ, является размещение центра в структуре города. Выделяются центры, формируемые в центральной, срединной и периферийной зоне, а также за пределами города (на базе аэропорта и (или) перспективной станции высокоскоростной железной дороги). В зависимости от местоположения в городе и видов транспорта в центре меняется его градостроительное значение, требования к его функциональному составу и композиционно-пространственному решению. Необходим дифференцированный подход к организации ТОЦ каждого типа.

О гуманизации архитектурной среды

Хачатрянц К.К.

Белорусский национальный технический университет

Гуманизированной можно считать такую архитектурную среду, которая учитывает требования всех своих пользователей, как практически здоровых, так и физически ослабленных лиц (ФОЛ), ограничения возможностей которых действующими нормами учтены не в полной мере. К этим лицам согласно СТБ-1154–99 относятся престарелые, инвалиды различных нозологических групп, травмированные, больные-хроники, беременные, взрослые с детской коляской (30% населения).

На архитектурном факультете исследование требований ФОЛ к архитектурной среде ведется с 1990 г. (Агранович-Пономарева Е., Иодо И., Лазовская Н., Мазаник А.). В настоящее время работа сосредоточена на совершенствовании норм проектирования среды поселений (открытых пространств, зданий разного назначения). Большую группу физически ослабленных лиц составляют люди, нуждающиеся в постоянном уходе и медицинской помощи. Им нужна специальная архитектурная среда, отличная от среды для всех. Перечень объектов такой среды обширен: дома-интернаты разного профиля, в том числе с сезонным и с дневным проживанием пациентов, палаты сестринского ухода, в том числе хосписы. В то же время дети-инвалиды, дети с особенностями психофизического развития, люди, ставшие инвалидами в детском и молодом возрасте стремятся максимально реализовать себя, а для этого жить, учиться, работать вместе со здоровыми, поддерживать контакты с ними. Им нужны адаптированные жилые дома, общественные и производственные здания, специальные объекты—центры медицинской, трудовой, социальной реабилитации, учебно-производственные комбинаты. Основные принципы такой адаптации— **универсальный дизайн** (одновременный учет требований и здоровых и ФОЛ различных категорий), **сплошное преобразование среды** (приспособление всех зданий и открытых пространств к их требованиям), **непрерывность преобразованной среды**, **недопустимость ее точечной реорганизации.**

**Типология жилищ городских домохозяйств с высоким
достатком**

Чижов И. С.

Белорусский национальный технический университет

По уровню комфортности жилище городских домохозяйств с высоким достатком можно разделить на три категории: 1) комфортное жилище; 2) высококомфортное жилище; 3) сверхкомфортное жилище.

Есть три способа зонирования жилищных единиц: зонирование по принадлежности, с выделением коллективной и индивидуальных зон; зонирование по доступности, с выделением репрезентативной зоны [Кияненко, Хачатрянц]; функциональное зонирование.

С повышением уровня комфорта функционально-пространственной организации жилищных единиц развитие происходит в первую очередь по следующим направлениям:

- Усложнение зоны общесемейного ядра, выделение из нее парадных помещений, формирование изолированной репрезентативной зоны.

- Развитие индивидуальных зон

- В первую очередь – развитие зоны главной спальни за счет увеличения числа помещений с 2-3 в комфортном жилище до 8 и более в сверхкомфортном жилище;

- Аналогичным образом, но с некоторым «запаздыванием» развиваются индивидуальные зоны младшего поколения. Объединяться детские комнаты могут общим помещением «игровой» и т.п.

- На уровне высококомфортного жилища появляется отдельное помещение индивидуальной гостевой зоны, на уровне сверхкомфортного жилища индивидуальные гостевые зоны выделяются в отдельный «флигель», «гостевой дом».

- На уровне высококомфортного жилища возможно появление в жилищной единице индивидуальной зоны прислуги из одного и более жилых и подсобных помещений;

- Развитие рекреационной зоны, которая может занимать более 70% общей площади.

**Архитектура католических монастырских комплексов
Беларуси XVII–XVIII вв.: композиционные аспекты**

Колосовская А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Архитектура католических монастырских комплексов Беларуси XVII—XVIII вв. складывалась из целого ряда различных композиционных приемов, особое взаимодействие которых обуславливало общую структуру каждого монастыря. В свою очередь композиция монастырей определялась функциональным и символическим содержанием, в контексте специфики каждого монашеского ордена.

Существование в монастырской застройке различных типов сооружений (храм, монастырские жилые корпуса, хозяйственные постройки и т.д.) требовало создания всевозможных комбинаций. Общая композиция формировалась на основе первоначально возникшего сооружения, где предшествующее сооружение дополнялось последующим.

Композиция храмового здания решалась сочетанием горизонтали объема корабля, вертикали башен (или башни) и если это крестово-купольная базилика, то и барабана с куполом над средокрестием (например, костел и монастырь иезуитов в Гродно). Геометрия элементов фасадов основывалась на вытянутых формах с преобладающим вертикальным направлением.

Определенным принципам подчинялись композиция гражданских сооружений, функция которых определяла их значимость в монастырской застройке и соответственно их местоположение. Объекты, рассчитанные и на внешний контингент (например, аптеки у иезуитов), устраивались в непосредственной близости от костела и раскрывались фасадом на улицу (например, аптека коллегиума иезуитов в Пинске).

Обоснование композиционных приемов формирования католических монастырских комплексов позволяют восполнить данные о памятниках архитектуры Беларуси XVII–XVIII вв., предоставляет возможность их дальнейшего воплощения в практике архитектурного проектирования и управления восстановительными процессами по существующим объектам.

Дизайн архитектурной среды

Полихромная реконструкция

Литвинова А. А.

Белорусский национальный технический университет

Данный материал является результатом многолетних исследований в области колористического формирования архитектурно-пространственной среды, принципов полихромной реконструкции города.

Современные урбанизированные пространства требуют особого внимания к проблемам формирования колористического облика среды. При этом без учета особенностей регионального своеобразия цветовой культуры на основе принципов общего цветокомпозиционного построения исторически-сложившегося поселения невозможно достичь полноценной комфортной цветовой среды. Большинство реконструируемых объектов нуждаются в контекстуальном колористическом решении с учетом сохранения преемственности и гармоничности архитектурной среды.

Процесс любого цветового вмешательства в сложившуюся среду должен основываться на осмыслении общетеоретических принципов, таких, как *принцип экологической целесообразности, обусловленности, комплексности, преемственности* и т.п. Зная это, архитектор-дизайнер должен профессионально относиться к универсальной роли цвета при полихромной реконструкции.

Полихромную реконструкцию открытых пространств города целесообразно рассматривать как часть общей системы архитектурно-дизайнерского проектирования, используя возможности цвета как автономного средства проектирования (цветовой дизайн) и как средства объемно-пространственной композиции (архитектурная колористика), при этом сознательно используя возможности цветозкологии.

Для решения такого уровня задач, предлагается использовать интегрированный подход, основанный на компиляции существующих методик колористического проектирования с дополнением, разработанным с учетом опыта многолетней теоретической и практической работы автора.

Перспективы и проблемы создания пешеходных улиц

Агранович-Пономарева Е.С., Мазаник А.В.

Белорусский национальный технический университет

Создание пешеходных пространств – явление далеко не новое: священные аллеи, ведущие к египетским храмам, форумы и агоры Рима и Греции, рынки средневековых городов – предтеча современных пешеходных улиц.

Термин «пешеходная улица» обозначает такую улицу, по которой не разрешен проезд транспорта, за исключением определенного периода суток, когда допускается подъезд обслуживающих спецмашин. Пешеходные улицы принято обустраивать так, чтобы тротуар и проезжая часть находились в одном уровне, зачастую вообще визуально не разделяясь.

На территориях со сложным рельефом возникают улицы, по которым проезд транспорта невозможен либо крайне опасен. Другие сохраняют свой пешеходный статус благодаря тому, что изначально были слишком узкими для проезда автомобилей. Современные пешеходные улицы в отличие от специализированных исторических (торговых, ремесленных, жилых), как правило, многофункциональны. Они дополняются музейно-выставочными, зрелищными, игровыми, культурно-развлекательными пространствами и объектами.

Современные пешеходные улицы – это реакция на возросший техницизм и жесткость среды современных поселений, изменение и глобализацию транспортной инфраструктуры, ужесточение условий сосуществования людей и транспортных средств.

Сегодняшние пешеходные улицы являются (по крайней мере, должны быть) комплексной средой. Создать современную пешеходную улицу – значит не просто убрать проходящий по ней транспортный поток, а решить комплекс социальных, правовых, технических задач. Создание пешеходной улицы требует от властей и проектировщиков вдумчивого подхода, поиска вариантов с учетом требований всех заинтересованных субъектов, очень бережного отношения к исторической правде, проведения конкурса с тщательной экспертизой и экономическим расчетом предлагаемых проектных решений.

Европейские выставки жилой архитектуры

Гражина Домбровска-Милевска
Белостокский технический университет
Белосток, Польша

Европейские выставки, имеющие 80-летние традиции, всегда служили трибуной новаторских решений.

В межвоенный период 20-го века главной темой выставок была проблема создания доступного, функционального жилья и первой и наиболее известной была Международная выставка «Современное жилье», организованная в 1927 году в жилом районе Вайсенгоф Штутгарта немецкой организацией Веркбунд. Выставка представляла собой группу домов из 19 односемейных и двух многоквартирных. Для участия были приглашены такие архитекторы, как Ле Корбюзье, Оуд, Гропиус, Радинг, Шарон. Разработка генплана поселка и общее архитектурное руководство были поручены Мис ван дер Роэ. Организаторы выставки ставили целью показать, что жилье может быть функциональным, эластичным, отвечающим требованиям гигиены и, одновременно, доступными для широких слоев населения.

В 80-е годы прошлого века ведущей темой стала идея возрождения жилой среды города через возврат к формированию традиционной городской ткани. Международная строительная выставка в Берлине (1979-87 гг) проходила под девизом «Центр города – место для жизни». Целью выставки была застройка свободных территорий в центре Берлина и поиски оптимальной формулы ревитализации городских районов для их обновления при активном участии населения.

Современный этап – стремление реализовать идею устойчивого развития жилой среды. Так, Европейская выставка 2001 года носила название «Город завтра» или «Эко-город», проходила в г. Мальме и демонстрировала пути создания экологически чистых жилых районов. Промышленные и портовые районы этого города были переоборудованы в жилые районы с использованием возобновляемых источников энергии и возведением энергоэкономических зданий.

Комбинаторные методы в архитектуре

Фадеева Р.В.

Белорусский национальный технический университет

Архитектурная среда представляется нами как сложная система, состоящая из иерархически выстроенных составляющих элементов. Архитектору в процессе проектирования часто приходится решать задачи, в которых нужно анализировать число всех возможных способов размещения некоторых элементов сложной системы. Или учитывать число всех возможных способов осуществления некоторого действия. Разные пути или варианты, которые приходится выбирать при проектировании архитектурных объектов, складываются в самые разнообразные комбинации.

Анализом множества вариантов решения той или иной задачи занята комбинаторика. Комбинаторика является древнейшей и, возможно, ключевой ветвью математики. Всякому анализу предшествует комбинаторное рассмотрение, всякая серьёзная теория имеет комбинаторный аналог. Комбинаторика располагает многообразными методами, решает разнообразные задачи. Условно в комбинаторной теории можно выделить следующие три большие части: *Теорию конфигураций*, *Теорию перечисления*, *Теорию порядка*.

Усиление интереса к комбинаторике в последнее время обуславливается бурным развитием вычислительной техники, посредством которой решение комбинаторных задач значительно экономит время и повышает уровень инвариантности. Современное реальное и учебное архитектурное проектирование сложно представить без широкого использования возможностей компьютерных программных комплексов универсального назначения, реализующих принцип интерактивной работы в режиме реального времени. Поэтому в цикл общенаучных и общепрофессиональных дисциплин подготовки архитектора-дизайнера и вошла дисциплина «Компьютерно - композиционная комбинаторика», вобравшая в себя все вышеизложенное.

Проблема сохранения культурной среды и образ места

Белова О.В.

Белорусский национальный технический университет

Сохранение культурного разнообразия и преемственности все чаще рассматриваются Юнеско и различными другими общественными организациями как один из важнейших факторов устойчивого развития отдельных государств и мира в целом.

Культура в данном контексте должна пониматься не как совокупность отдельных памятников, но как целостная материальная и образно-символическая среда обитания человека.

Каждая историческая эпоха и каждая этническая и социальная группа предполагают существование *уникального культурного пространства*, воплощающего *базовые ценности этой культуры*, которые в своем историческом становлении реализуются на различных уровнях: научном, религиозном, художественном, политическом и пр. Но наиболее устойчивы и способны к эволюционному развитию они на уровне *повседневной* (обыденной) жизни. То есть, можно утверждать, что *образ жизни* и *структуры повседневности* являются основой самосознания различных социо-культурных групп.

Повседневная жизнь всегда сюжетно-иконически оформлена, в том числе и посредством образов предметно-пространственной среды и норм поведения в ней. Включение человека в некое культурное пространство начинается с усвоения принятых норм и стандартов поведения... Именно эти процессы позволяют ему ощущать свою принадлежность к некой культуре.

Можно утверждать, что средовое проектирование в социо-культурном контексте не возможно без внимания к структурам повседневности. Таким образом, оно становится междисциплинарной сферой деятельности, решающей задачи, выходящими далеко за рамки привычной архитектурной практики.

**Объемно – пространственный и пластически-плоскостной
принципы монументальной живописи**

Слаук С. Я.

Белорусский национальный технический университет

Основополагающие изобразительные принципы монументальной живописи - пластически-плоскостной и объемно-пространственный, развивались в истории искусств последовательно и параллельно, чередуясь и пересекаясь. В определенные эпохи они переплетаются и рождают промежуточные формы. Начиная с двадцатого столетия, оба принципа признаются равноправными:

- пластически-плоскостной изобразительный принцип, для него характерно линейно-графическое и живописно-плоскостное изображение. Изображение «распластывается» на плоскости – в этом первичная условность, влияющая на систему передачи формы в пространстве. (Принцип, основной в искусстве Древнего Египта, стран Востока – Индии, Японии, Персии, использовался и в европейском искусстве вплоть до эпохи Возрождения, что обусловлено «не отсутствием знания, а особой идейной задачей»);

- объемно-пространственный принцип - «проявился» в тех произведениях мирового искусства, где с помощью светотеневых, живописных, перспективных и других средств передавалось на плоскости ощущение глубины пространства, иллюзорного объема, воздушной среды и т.п. Основателем глубинно-изобразительного метода считается греческий мастер монументальной живописи второй половины пятого в. до н. э. Аполлодор. В своем искусстве он не только использовал пространственную перспективу, но и применил эффект светотени. Его ученик Зевксид развил открытые учителем приемы изображения. В эпоху Ренессанса развивающиеся материалистические воззрения по-новому высвечивают проблему художественного отражения предметного мира. Во второй половине пятнадцатого века практика передачи объема и пространства в изображении, распространившись по всей Италии, стала обязательной в профессиональной подготовке будущих художников. С тех пор активно использовался, перетекая из столетия в столетие вплоть до наших дней.

Сокрытая форма современного сакрального искусства и способы его арт-презентации. Часть I

Веренич А.С.

Белорусский национальный технический университет

Арт- деятельность имеет характер эстетических ритуалов и складывается из исследования эстетики абсолюта. Абсолютное искусство основывается на сопричастности человека и мира, в котором каждое мгновение бытия и небытия одинаково значимо. Взаимосвязь между духовной и биологической жизнью человека устанавливается через равновесие рациональных и иррациональных моментов. Созерцание, основанное на ощущении, не сводится просто к мышлению.

Богатство и многообразие содержания мира в сколько угодно многих разнообразных художественных образах не доступно для охвата полного и объективного одним человеком за одну жизнь. Членение мира на отдельные образы противостоит абсолюту искусства, поскольку тогда разрушилась бы целостность мира.

Эстетика абсолюта побуждает спрессовать всю длину своей жизни, как и любое другое явление в бесконечно малую бесплотную духовную точку. Это мельчайшая единица пластической формы, в которой вмещается сконцентрированная информация обо всём. Абсолютная точка в физическом смысле обладает свойством сингулярности (у неё бесконечная плотность и нулевой объём). В эстетическом смысле парадоксальная единица «абсолютная точка» визуализирует чувство «всё и ничто одновременно».

Феномен «абсолютной точки» наиболее полно проявляется в системе «шахматка - растр». В этой системе чёрные и белые точки-знаки выполняют безграничный ритуал, создавая духовное полотно высшего духовного существования. Это визуализация высшего духовного существа.

Итогом попытки описания автором художественного произведения собственного опыта становится синтезированный образ, зависимый от множества частных, вторичный по отношению к аутентичности.

Сокрытая форма современного сакрального искусства и способы его арт-презентации. Часть II

Веренич М.П.

Белорусский национальный технический университет

Сущностное знание требует коррекции с учётом новых открытий на разных уровнях знаний. Иначе говоря, проблема актуальности – наиболее актуальная. Структура сущности и структура исследования тесно связаны между собой. Согласие с сущностью приводит человека к внутренней гармонии. Структурные формы истины – суждения, категории и понятия – имеют «предметный» характер, который выражается в понижении и базируется скорее на ощущении, а не мышлении. Иррациональное находится за пределами разума. Присутствие иррационального в менталитете человека придаёт мыслям почву построения новой идеи. Через равновесие рациональных и иррациональных моментов устанавливается взаимодействие между духовным и биологическим уровнями жизни человека.

Мир жизни, вместе с его значением для человека, опирается на интересобъективное, конкретно-историческое сознание, априорное по отношению к логически-теоретической тематизации природы, культуры и жизни. Интересобъективный по своей сущности мир разума осознаёт и рационализируется только через собственные фрагментарные явления жизни, связывая высокорационализованные формы сознания с подсознательными культурными кодами очерчивая, таким образом, облик всей человеческой жизни. Любая оппозиция: природы и культуры, разума и эмоций, личного и безличностного- перекрещиваются на уровне менталитета.

Существует путь к достижению состояния сознания, когда индивидуальное «я» целиком идентифицируется с реальностью всего сущего. Главное – быть на пути преодоления самого себя, стремясь к своей самости, через которую мы и способны воспринимать мир целиком и таким. Каков он есть на самом деле. Человек самоконцентрируется. Электроэнцефалограф записывает биоэлектрические потенциалы мозга. Прибор фиксирует деятельность мозга в отсутствие деятельности. Записывается пустота, наполненная всем сущим.

Современные тенденции проектирования урбанизированных парковых комплексов

Сидоренко М.В.

Белорусский государственный технологический университет

Современный этап развития общества диктует необходимость пересмотра подходов к процессам строительства и реконструкции парков крупных городов.

Парковые пространства должны вовлекаться в процесс урбанизации, выступать не только зеленой биомассой, но и являться объектом современного искусства, быть синтезом архитектуры, ландшафтной архитектуры, дизайна и пр.

Урбанизированный парковый комплекс (УПК) – система формируемых в городах рекреационных ландшафтных образований, отвечающая современным интересам и уровню развития общества и характеризующаяся единством архитектурно-ландшафтной организации, высоким уровнем благоустройства.

Создание УПК позволит: повысить рекреационную аттрактивность парков в крупных городах; оптимизировать функции парковых территорий с учетом изменяющихся во времени социальных интересов; внедрить новые подходы к пространственной и планировочной организации парков, композиционной структуре растительных форм.

Намечены следующие основные подходы к созданию УПК:

1. Социальный подход – через социальное обоснование архитектурно-ландшафтных решений, консолидацию и оживление современного города на парковых территориях.
2. Функциональный подход – территории парковых комплексов должны иметь возможность функционального, социального, экологического и эстетического развития.
3. Планировочный подход – использование в планировке линейно-диагональной, концентрической, модульной, модульно-концентрической композиций плана.
4. Композиционный подход – геометризация композиции растительных форм.

**Экологические аспекты
архитектурно-планировочной организации общегородских
центров крупнейших городов**

Ходяков А.А.

Белорусский национальный технический университет

На современном этапе перед специалистами архитекторами стоят две важнейшие задачи: создать городскую среду высокого качества и одновременно обеспечить экологическое равновесие между городами и природой реализуемое через массовую экологизацию городской среды.

НСУР2020, основные направления государственной градостроительной политики Республики Беларусь на 2007-2010гг. и другие документы ставят экологический аспект в ряд приоритетных направлений архитектурно-планировочной деятельности. Несмотря на это, реальные результаты проектной деятельности имеют низкие экологические показатели.

Создание единой, адаптированной к местным условиям системы архитектурно-планировочных средств экологизации среды общегородских центров позволит стимулировать их широкое применение в проектной практике.

Создание системы архитектурно-планировочных средств, следовало бы начать с разработки целевой программы.

Применительно к исследуемому территориальному уровню - общегородским центрам крупнейших городов, на структуру целей влияют такие факторы как: высокая концентрация загрязнений; высокая концентрацией антропогенных нагрузок; экологический след в десятки раз превышающий площадь территории; высокое культурное значение среды, имеющее ключевое значение при формировании экологического сознания у населения.

В дальнейшем исследовании целесообразно уточнить и расширить целевую программу в соответствии с новыми тенденциями в области охраны окружающей среды и особенностями исследуемого территориального уровня.

Взаимодействие архитектуры и монументальной живописи Беларуси 1960 - 1990 годов

Ивановская Д. А.

Белорусский национальный технический университет

В силу социальной значимости монументальной живописи ее исследование является актуальным. Взаимодействия архитектурной среды и монументальной живописи Беларуси 1960-х — 1990-х годов не были исследованы.

В 1960 годы изменения в монументальной живописи (простота и условность) были продиктованы трансформациями, произошедшими в архитектуре. В 1970 годы простоте архитектурных строений начинают противопоставляться более сложные образы монументальной живописи. Осуществляется переход от создания отдельных произведений к комплексному решению больших архитектурных пространств. Монументальная живопись занимает более сложное положение по отношению к архитектуре. В 1980 годы происходит окончательное осознание монументальной живописи как составного элемента градостроительства. Произведения появляются не только в центре города, но и наполняют жилые районы, выходят за пределы Минска. Монументальное искусство и архитектура усложняются, синтез строится на сочетании образного с образным. В 1990 годы осуществляется некоторый отход от градоформирующей ориентации монументальной живописи. Реклама вступает в спор с монументальной живописью. Сокращается строительство, уменьшается количество создаваемых произведений. Но строительство культовой архитектуры и частных объектов стимулирует появление здесь произведений монументальной живописи. В конце 1990 начале 2000 годов начинают строиться, реконструироваться общественно-значимые сооружения, что стимулирует возрождение масштабных государственных заказов.

Таким образом: на протяжении исследуемого периода развитие монументальной живописи во многом определялось трансформациями, происходившими в архитектуре; взаимодействие монументальной живописи и архитектуры в 1960—1990-е годы динамично менялось.

**Современный интерьер.
Основные тенденции развития**

Ерёменко Л.Ю.

Белорусский национальный технический университет

1. Дом в городе и дом в деревне: общие черты и различия. Архитектурная концепция городского дома «Мой дом – моя крепость»: объёмно-пространственное и планировочное решение, строительные и отделочные материалы, стиль. Значение дворового пространства и озеленения.
2. Использование классического и этнического стилей в городском индивидуальном жилищном строительстве: традиции и современность.
3. Загородный дом в стиле «шале»: как вписать замкнутое пространство дома в существующий ландшафт со сложным рельефом. Использование дерева и металла в интерьере.
4. Современный «домик в деревне»: взаимосвязь объёма здания с окружающим пространством и деталями интерьера. Имитация сельского пейзажа, взаимосвязь рукотворного и природного ландшафта.
5. Толерантное отношение к декору и «функции» в современной архитектуре на примере интерьера дачного домика.
6. Тема белорусского народного фольклора в интерьере, ландшафтном дизайне и цветочном оформлении городской усадьбы.
7. Использование западноевропейских мифологических образов в современной белорусской усадебной архитектуре.
8. Основные композиционно-планировочные приёмы оптимизации пространств городских квартир.
9. Квартира для себя – пример дизайна интерьера без профессионального участия.

Автомобильные дороги

**Антигололедные средства при зимнем содержании
автомобильных дорог**

Яглов В.Н., Шнып И.А., Лукьянова Р.С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящей работе изучена возможность применения промышленного продукта «Головная фракция этилового спирта» (ГУ РБ 009.666.71.494.95) в качестве антигололедного средства для автомобильных дорог.

Согласно ТУ РБ фракция содержит объемную долю этилового спирта не менее 88,3%, массовую концентрацию альдегидов в пересчете на уксусный альдегид $< 2 \text{ г/дм}^3$, массовую концентрацию сложных эфиров в пересчете на уксусно-этиловый эфир не более 60 г/дм^3 , массовую концентрацию высших спиртов (сивушного масла) – не более $2,5 \text{ г/дм}^3$, объемную долю метилового спирта – не более 6%.

Исследование температуры замерзания проводилось путем охлаждения вышеуказанной фракции и определения температур появления и исчезновения первых кристаллов твердой фазы. В качестве охлаждающей среды применялся насыщенный спиртовой раствор твердого углекислого газа, температура кристаллизации (замерзания) определялась при помощи термометра с ценой деления $0,2^\circ\text{C}$. Хладагент помещали в сосуд Дьюара, в который вводили емкость с исследуемым раствором.

Исследованы температуры замерзания чистой фракции и составов с добавлением глицерина в объемных соотношениях, исходный материал: глицерин (5:5, 5:4, 5:3, 5:2, 5:1).

Температуры замерзания всех составов стабильно оставались ниже -70°C .

Полученные данные позволяют рекомендовать «Головную фракцию этилового спирта», получающуюся в качестве побочного продукта при получении этилового спирта, в качестве антигололедного средства с низкой температурой замерзания (до -70°C) при зимнем содержании автомобильных дорог.

Низкая температура замерзания позволяет использовать для плавления льда небольшие количества изученного средства.

Применение торфоактивированных минеральных наполнителей в битумоминеральных материалах

Ковалев Я.Н., Будниченко С.С.

Белорусский национальный технический университет

Торф – уникальный природный материал. Он занимает особое место по сложности состава и наличию широкого спектра органических веществ в нем: битумов, гуминовых высокомолекулярных веществ и др. При термической переработке торфа из него можно получить твердые, жидкие и газообразные вещества: кокс, полукокс, смолу, смесь различных углеводородных газов. Запасы торфа в Беларуси составляют 5.4 млрд. т., ежегодная добыча – около 12 млн.т. Ранее проведенные исследования в БНТУ по применению торфяной крошки для чернения щебня показали эффективность такой технологии. При энерготехнологическом использовании торфа для производства дорожных битумоминеральных материалов возможна: 1) частичная замена основного топлива добавочным торфяным; 2) частичная замена наполнителя (минерального порошка) на мелкодисперсную высокоактивную структурирующую битум добавку в виде золы, образующейся при пиролизе торфа; 3) активация поверхности минеральных наполнителей газообразными продуктами термического распада торфа; 4) частичная экономия органических вяжущих (битума).

Предварительный анализ показал, что для приготовления асфальтобетона с торфоактивированными минеральными наполнителями предпочтительно использовать верховой тип торфа, битуминозность которого значительно выше, чем у низинного. Теоретической основой исследования является термодинамика процессов активации поверхности минеральных наполнителей продуктами пиролиза торфяной крошки в сушильном барабане АБЗ. Применение торфоактивированных минеральных наполнителей в асфальтобетоне позволит: существенно улучшить его физико-механические свойства при одновременном снижении битума и минерального порошка; экономить топливо (газ, мазут) на АБЗ. Предварительные исследования по применению торфокрошки как наполнителя в асфальтобетоне показали значительный экономический эффект.

Пути повышения эффективности работы автомобильных дорог

Ковалев Я.Н., Солодка М.Г.

Белорусский национальный технический университет

Проведен анализ структурной формулы автомобильного транспорта как системы. Показано принципиальное различие функционирования ее подсистем и несогласованность принципов их совместного развития, что снижает общую эффективность грузовых перевозок. Отмечены следующие противоречия: 1) росту осевых нагрузок автомобилей не соответствуют темпы наращивания прочности дорожных одежд; 2) росту объема перевозок не соответствуют темпы реконструкции существующей сети дорог и увеличения их протяженности; 3) росту скорости движения транспортных средств (особенно легковых) препятствуют неудовлетворительные транспортно-эксплуатационные характеристики дорог: их ровность и шероховатость. Констатируется, что в настоящее время отсутствует научно-обоснованный метод для определения капитальных вложений в дорожную отрасль исходя из нормативного их расчета на единицу «разрушительной работы», производимой транспортными средствами перевозчиков. Впервые выдвинут тезис о необходимости рассматривать «работу» дороги с физической и коммерческой точек зрения. При этом сделан вывод, что необходимо привести экономический механизм дорожного хозяйства в соответствие с конкретной работой перевозчиков, пользующихся дорогами и разрушающими их пока «безответно», т.е. не внося адекватных средств на ремонт и содержание. Декларируется необходимость создания экономического стимулирования потребителей автоперевозок в поддержании хорошего технического состояния дорог (в частности, определения четкой маршрутизации и др.). Реализация выдвигаемых предложений при их реализации в государственном масштабе может дать значительный эффект экономии горючего и повышения скорости доставки грузов потребителям. Желательно включить направление в отдельный раздел по реализации программы «Дороги Беларуси».

Вспененные битумы в дорожном строительстве

Евсеева Е.А., Игошкин Д.Г.

Белорусский национальный технический университет

Производство асфальтобетонных смесей является одним из самых энергоемких процессов дорожного строительства. Более 30% тепловой энергии расходуется на приготовление битума, а остальное – на подготовку, нагрев и сушку минеральных материалов. Экономия энергоресурсов, повышение качества асфальтобетона и производительности смесительного оборудования реализуются технологией приготовления асфальтобетонных смесей с использованием вспененных битумов, характеризующихся малой вязкостью, большой поверхностной энергией, высокой активностью к взаимодействию с поверхностью минеральных материалов.

Для приготовления вспененного битума в качестве газообразователя нами был использован фосфогипс, который является отходом Гомельского химического завода. Процесс вспенивания при этом заключался в удалении воды из дигидрата сульфата кальция и переходе битума из объемного изотропного состояния в тонкопленочное с образованием двухфазной гетерогенной дисперсной системы “битум–газ”. После предварительного помола до удельной поверхности 2000-2500 см²/г фосфогипс дозировали в нагретый битум непосредственно перед его поступлением в смеситель. Это значительно сократило время пенообразования и позволило не нарушать существующий технологический режим на асфальтобетонных заводах. При этом температура битума могла быть снижена на 20-25°С при выпуске асфальтобетона из смесителя, а также при укладке и уплотнении смеси.

Для определения оптимальных технологических параметров приготовления асфальтобетонных смесей были определены физико-механические свойства асфальтобетона, приготовленного с применением фосфогипса, содержание которого в смеси варьировалось от 5 до 8 % при температуре нагрева от 125 до 135°С.

Результаты исследований показали, что оптимальное количество фосфогипса является 6% от массы битума.

Полимер-битумные вяжущие на основе полипропилена

Евсеева Е.А., Бурак Г.А., Меженцев А.А., Цыганок Ю.М.
Белорусский национальный технический университет

Увеличение объемов строительства дорог с твердым покрытием ведет к росту потребности в органических вяжущих высокого качества. Однако, варьируя природой сырья и технологическими приемами, при необходимости одновременного улучшения теплостойкости и трещиностойкости битумов не удастся сохранить неизменной устойчивость к старению.

Подходящим модификатором, резко снижающим скорость старения асфальтобетона является окисленный атактический полипропилен (ОАПП), полученный по специальной технологии. При добавлении (ОАПП) в битум в количестве 2-2,5% последний теряет свои парамагнитные свойства, что сопровождается улучшением свойств модифицированного битума в условиях термостарения.

Добавки атактического ПП в асфальты и битумы увеличивают адгезионную способность массы к материалам, повышают ее пенетрацию, эластичность и расширяют температурный интервал эксплуатации.

Поскольку производство окисленного атактического полипропилена в Беларуси отсутствует нами была предпринята попытка изучить влияние полипропилена различных производств на свойства битумно-полимерного вяжущего. Для экспериментальных исследований был использован полипропилен, содержащий от 10 до 15% его атактической модификации (ПО «Полимир» Нижнекамского и Словенского химических заводов.

Изучено влияние полипропилена различных производств, а также других модификаторов на свойства битумно-полимерного вяжущего, полученного на основе битума марки БНД 90/130 с добавками полипропилена, ортофосфорной кислоты и полиуретановой смолы в количестве 1-3,5% от массы битума. Установлены оптимальные количества модификаторов, улучшающие свойства вяжущего. Полученные составы по своим свойствам соответствуют требованиям СТБ 1220-2000.

Использование полиуретанов в дорожном строительстве

Медведев Д.И., Беляцкий В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Изучены полимерные композиты на основе песка и битумных вяжущих модифицированных полиуретановой смолой с отвердителем. В результате проведенных исследований было установлено, что большую роль при получении композитов играет порядок смешения компонентов, а также время приготовления полиуретанового клея на основе смолы и отвердителя.

При добавлении в разогретый до 80-100°C битум компонентов полиуретановой смолы не было достигнуто увеличения эксплуатационных свойств составов. Соотношение песка и гравия варьировалось от 1:1 до 1:3, соотношение вяжущее/наполнитель от 5% до 7%. При этом были получены композиты, которые легко подвергались деформированию под нагрузкой. Очевидно, что в этом случае не протекала реакция сополимеризации, а вводимые компоненты выполняли роль пластификатора битума, значительно ухудшая его эксплуатационные свойства.

Поэтому при проведении дальнейших экспериментов в разогретый битум вводили предварительно выдержанную в течение 1,5-2 часов смесь смолы и отвердителя на стадии образования сетчатого сополимера. При этом были получены композиты, обладающие удовлетворительными свойствами, необходимыми для использования в дорожном строительстве. При меньшем времени схватывания сополимера (в течение 0,5-1 час) компоненты полиуретановой смолы оказывали пластифицирующее действие, значительно ухудшая механические свойства композиций.

Были изучены способы получения быстротвердеющих вяжущих при различных условиях. При оптимальном порядке смешения компонентов и соотношениях отвердитель/смола от 1/5 до 1/10, полимер/битум от 1/10 до 1/20, вяжущее/наполнитель 5-7% были получены композиты с коротким сроком набора прочности и достаточно высокими механическими свойствами.

Способ укрепления грунтов цементом

Бурак Г.А., Меженцев А.А.

Белорусский национальный технический университет

Укрепление грунтов минеральными вяжущими материалами является эффективным, наиболее дешевым и универсальным методом.

Для укрепления местных грунтов использовался в качестве связующего цемент марки ПЦ-500 ДО с пределом прочности при сжатии 4 МПа, пределом прочности при изгибе 0,6 МПа и коэффициентом морозостойкости 0,7.

Анализ результатов испытаний показал, что наибольшая прочность соответствует образцам цементогрунта при пластичности грунта в интервале 22-30%. При уменьшении верхнего предела пластичности от 20 до 16% и при увеличении верхнего предела пластичности от 30 до 40% сжатия . сопротивление сжатию образцов значительно снижается.

Для грунтов обладающих числом пластичности 5 и менее, увеличение добавки цемента эффективно только до 12 %. При увеличении добавки до 15 % прочность повышается только на 10% , в то время как при добавки цемента от 10 до 12 % прочность повышается на 12 %, от 8 до 10 – на 15,5% , а от 6 до 8 – на 18%.

Абсолютные результаты по модулю деформации оказались выше рекомендуемых СН 25-74 в 2-4 раза.

Полученные результаты позволяют заключить, что для верхних слоев оснований и покрытий без улучшения гранулометрического состава могут быть рекомендованы грунты с числом пластичности до 40 % с добавлением цемента в количестве 10-12%.

Применяемые в верхних слоях дорожных одежд грунты с верхним пределом пластичности более 40 % необходимо отощать песком до гранулометрического состава оптимальных грунтов, сохранив при этом добавку цемента 13-15 %. Для получения необходимых физико-механических показателей при укреплении тяжелых грунтов требуется несколько повышенный расход цемента (14-16 %). Для повышения прочности и ускорения твердения цементов применяются ПВА.

Ремонтные смеси на основе полистирола

Яглов В.Н., Слепнева Л.М.

Белорусский национальный технический университет

Улучшение качества дорожных покрытий можно достичь введением в минеральное покрытие небольших добавок высокополимерных материалов.

Одним из таких полимерных модификаторов является полистирол, который можно добавлять к битумно-песчаной смеси в виде раствора пенополистирола в легко испаряющемся растворителе. Добавка 3-5% полимерной смолы в виде такого раствора применяется для текущего ремонта дорожных покрытий. Предварительно была изучена растворимость пенополистирола как в очищенных растворителях: этилацетате, бензоле, толуоле, так и в некоторых растворителях, выпускаемых нефтехимической промышленностью для бытовых и хозяйственных нужд: бензине, дизельном топливе, а также выпускаемых ПО «Нафтан» нефрасе и сольвенте. Было показано, что наилучшими растворителями для пенополистирола являются этилацетат и промышленный растворитель сольвент.

Были изучены прочностные характеристики песчано-полистирольных ремонтных смесей, применяемых для ямочного ремонта. Для этого к просеянному песку добавляли 38-42%-ный раствор пенополистирола в этилацетате. Процентное содержание полистирола в смеси составляло от 2 до 6%. Сопrotивление сжатию $R_{сж}$ после выдержки в течение 12 часов увеличивалось с ростом содержания полимера в смеси от 3,7 до 15,8 МПа, а сопротивление изгибу $R_{изг}$ также возрастало от 1,8 до 5,7 МПа.

С использованием раствора полистирола в сольвенте была приготовлена холодная смесь для ямочного ремонта, состоящая из раствора полимера и щебня. После испарения растворителя на поверхности минерального материала (песка и щебня) остается тонкий слой полистирола. Это позволяет хранить такой материал и использовать при необходимости в любом количестве после предварительного смачивания растворителем и последующего уплотнения.

**Влияние технологических факторов на точность
дозирования минерального порошка
в различных смесителях**

Дерман И.В.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе рассмотрены процессы дозирования минерального порошка в смесительных установках с различными агрегатами, линиями подачи и дозаторами минерального порошка. Для загрузки весового бункера минерального порошка, как правило, применяют питатели гравитационного типа, винтовые и лопастные – отдельно или в блоке с винтовыми. С точки зрения простоты конструкции и быстроты отсечки материала, что очень важно для снижения погрешности дозирования, питатели гравитационного действия имеют безусловные преимущества перед винтовыми и лопастными, однако без применения аэрации они не обеспечивают стабильной и равномерной загрузки материала в весовой бункер за счет склонности минерального порошка к «зависанию» с образованием сводов. Допускаемая погрешность дозирования компонентов асфальтобетонных смесей в отношении щебня (гравия), песка и битума в различных стандартах оставалась постоянной, то в отношении минерального порошка толкования очень противоречивы. Так ГОСТ 9128-76 регламентировал точность дозирования минерального порошка для I и II марки смесей $\pm 3\%$, а для III и IV – $\pm 5\%$, этот же стандарт 1984 года ужесточил точность дозирования до $\pm 1,5\%$ не зависимо от марки смеси, СТБ 1033-96 установил I класс точности, а 2004 года – $\pm 2\%$ по массе. По данным ВНИИ стройдормаша большинство смесительного оборудования прошлых лет Кременчугского завода дорожных машин «Кредмаш» оборудованы дозаторами винтового типа и могут обеспечивать только точность дозирования $\pm 3\%$ с вероятностью 90% только для доз минерального порошка свыше 70 кг, что не обеспечивает регламентированной точности дозирования минерального порошка. Поэтому в дальнейшем смесители восьмидесятых годов выпуска должны быть демонтированы или дооборудованы более совершенными системами дозирования, обеспечивающими требуемую точность дозирования порошка.

Современное энергообеспечение теплотехнологий строительных материалов

Романюк В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Среди путей энергосбережения одним из действенных и, при этом, мало востребованных является реструктуризация теплоэнергетических систем промышленных предприятий. Сегодня в РБ около 65% энергии в системе материального производства используется непосредственно в тепловой форме и порядка $\approx 30\%$ потребляется в виде электроэнергии. Таким образом, на один килоджоуль тепловой энергии топлива, т.е. энергии дымовых газов, приходится 0,54 килоджоулей электроэнергии. Значительная часть тепловой обработки осуществляется при температурах до $5 \cdot 10^2$ °С и характеризуется непрерывностью во времени, что обеспечивает стабильную загрузку оборудования в течение всего года, независимо от сезона. Для промышленности с подобной структурой энергопотребления существует перспектива самодостаточного энергообеспечения ее предприятий на базе наиболее совершенного и экономически выгодного комбинированного (когенерационного) производства энергопотоков.

Когенерация на базе газовых тепловых двигателей дополняет традиционную паротурбинную теплофикацию. В интересах страны и промышленных потребителей требуется расширить комбинированную выработку электроэнергии и использовать не только широкую сеть мелких отопительных потребителей, оставшихся вне паротурбинной теплофикации, но и качественно новых и более значимых для энергетики потребителей — теплотехнологии промышленных предприятий вообще и предприятий строительных материалов, в частности. РУП «Белорусский цементный завод», Витебское ОАО «Керамика», РУП «Минский завод строительных материалов», ОАО «Березовский комбинат строительных материалов» — предприятия, где успешно внедрено когенерационное энергообеспечение теплотехнологических процессов. Общий эффект оценивается снижением импорта природного газа в РБ более 60 тысяч тонн условного топлива в год.

**Энерготехнологическая модификация производства
асфальтобетонных изделий**

Романюк В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Горячая асфальтобетонная смесь (АБС) остается важнейшим компонентом дорожной одежды, потребность в которой в РБ в ближайшее десятилетие определена величиной до 60 мил. тонн. Т.е. имеет место массовое производство, что в сочетании со значительным потреблением первичных энергоресурсов (порядка 13 килограмм условного топлива на тонну АБС) определяет значимость проблемы повышения энергосбережения на асфальтобетонных заводах (АБЗ). Энергосберегающий потенциал АБЗ оценивается величиной более 50%. Мероприятия для его реализации можно разделить на две группы: малозатратные, реализуемые в первую очередь, и энергосберегающие мероприятия, для реализации которых требуются большие инвестиции. Первые обеспечивают снижение потребления топлива на АБЗ порядка 50%.

В структуре расходной части энергобаланса сушильно-нагревательного барабана (СБ), являющегося основным потребителем энергии АБЗ, неоправданно большую часть занимает рассеяние энергии с уходящими газами. Для изменения положения необходимо применить иной способ приготовления сушильного агента, в котором требуемое понижение температуры дымовых газов обеспечивается за счет рециркуляции отработанного сушильного агента. Это несколько усложняет конструкцию и эксплуатацию СБ, но дает снижение энергии уходящих газов и расхода топлива на 7%. Еще 13% обеспечивается за счет устранения механического недожога топлива, связанного с конденсацией углерода на песчано-гравийной смеси, подвергающейся тепловой обработке в СБ. Наиболее очевидное решение, обеспечивающее решение задачи, в выносе операции генерации сушильного агента из пространства СБ. Остальные 30% энергосберегающего потенциала малозатратных мероприятий связаны с изменением схемы использования битумного вяжущего.

Пути совершенствования технического надзора за дорожными объектами

Баховчук А.П.

Белорусский национальный технический университет

Технический надзор – это мероприятия, направленные на защиту интересов заказчика в отношении качества, затрат и сроков работ. Уже доказано, что нет смысла «экономить» на технадзоре. Экономические последствия плохой работы по контролю качества, ведут к увеличению затрат на поддержание или ремонт, к увеличению расходов пользователей дорог и снижению их срока службы.

Устаревшие методы строительства и используемое оборудование позволяют лишь частично объяснить проблемы качества. Вполне очевидно, что существующие методы технического надзора не всегда соответствуют необходимым требованиям. Причинами такого состояния дел в дорожной отрасли являются следующие:

- отсутствие независимого надзора (так как все три части процесса строительства дорог — заказчик (дорожные ведомства и организации), технический надзор и подрядчик — являются частью одной организации, которая порождает конфликт интересов, и подрывает авторитет технадзора);

- несмотря на предпринятые усилия в улучшении эффективности технадзора (например, разрешение приостановки работ, отклонения брака и требования его переделки), эти инициативы на деле иногда трудноосуществимы из-за существующей зависимости между заказчиком, техническим надзором и подрядчиком;

- на объектах строительства зачастую не ведется постоянный надзор, их посещение осуществляется инспектором время от времени.

Из вышесказанного ясно, что введение независимого технического надзора и усиление его функций является необходимостью. А это, прежде всего, может быть осуществлено только через законодательство, направленное на внедрение независимого технического надзора за дорожно-мостовыми проектами в Беларуси.

**Современные технологии при возведении земляного
полотна на слабом основании**

Мурашов А.П.

Белорусский национальный технический университет

Как известно, при проектировании и строительстве дорожных насыпей на слабых основаниях требуют решения вопросы, связанные с недостаточной несущей способностью основания, возможностью больших осадок и длительным сроком их прохождения.

В настоящее время одной из самых перспективных технологий, упрощающих строительство дорог в сложных условиях и продлевающих сроки их службы за счет увеличения прочности, является технология усиления слабых оснований геосинтетическими материалами, а именно геосетками.

Использование геотекстиля позволяет: предотвратить уменьшение несущей способности, не допуская смешивание мелких частиц грунта с насыпанным основанием (щебень, гравий и песок) дороги; увеличить несущую способность, предотвращая вдавливание щебня в мягкую подоснову и таким образом обеспечивая повышенную степень уплотнения; снизить разрушение дорог, вызываемое воздействием мороза.

Результатом применения геотекстиля является: снижение издержек на укладку (уменьшение использования щебня для достижения такой же несущей способности; сокращение времени строительства); снижение стоимости технического обслуживания.

В России и за рубежом применяются технологии по строительству облегченных насыпей с применением EPS-блоков. Решением является уменьшение нагрузки на слабое основание за счет уменьшения веса насыпи.

Существует множество легких материалов, которые потенциально могут использоваться в дорожных насыпях. Наибольшее распространение получил жесткий пенопласт — пенополистирол, обладающий уникально низкой удельной плотностью ($20\text{—}30\text{ кг/м}^3$), достаточной прочностью и долговечностью.

Обоснование капитальных вложений в развитие и совершенствование местных дорог Беларуси

Солодка М.Г.

Белорусский национальный технический университет

Автомобильные дороги имеют важнейшее значение в обеспечении круглогодичного цикла сельскохозяйственного производства, способствуют развитию культуры и улучшению уровня благосостояния тружеников сельской местности.

Задача состоит в том, чтобы оценить влияние дорожной сети на социально-экономическое развитие сельского хозяйства. Выступая, как элемент производственной инфраструктуры народного хозяйства в целом, дорожная сеть влияет на структуру и рост ВВП его отдельных отраслей.

Возникает необходимость обосновать потребность в финансировании затрат на ремонт и содержании автомобильных дорог, что непосредственно отразится на национальной экономике Республики Беларусь. Такое обоснование необходимо осуществлять в двух направлениях: 1) через оценку производительности автомобиля, зависящей непосредственно от состояния автомобильных дорог; 2) через оценку возмещения дорожных затрат. Такой расчет заключается в обосновании средств, требуемых для восстановления дорог, изымаемых у потребителей на основе учета сбережений на транспорте.

Основная цель дальнейшего исследования заключается в решении следующих комплексных вопросов: определение отдаленности сельскохозяйственных предприятий от потребителей; закрепление маршрутов перевозок; нахождения зависимости экономики сельского хозяйства от качества путей сообщения; проведение сопоставительной оценки связи эффективности получаемого дополнительного дохода с капиталовложениями, необходимыми для развития и совершенствования местных автомобильных дорог.

Можно сделать вывод, что финансирование ремонта и содержания автомобильных дорог целесообразно увязать с себестоимостью перевозок. Поэтому такое финансирование должно основываться на физических закономерностях износа дорожной сети, т.е. ее поэтапного разрушения.

Новый подход к оптимизации процесса производства горячих асфальтобетонных смесей

Воронова Н.П.

Белорусский национальный технический университет

Автором предложена методика, по которой при приготовлении горячих асфальтобетонных смесей, определяется температура смеси по формуле:

$$m_{щ} c_{щ}^T T + m_n C_n^T T + m_{Mn} C_{Mn}^{T_0} T_0 + m_b C_b^{T_6} T_b + \sum_i m_{B_i} C_b T_i = (1)$$

$$= (m_{щ} C_{щ}^{T_k} + m_n C_n^{T_k} + m_{Mn} C_{Mn}^{T_k} + m_b C_b^{T_k}) T_k + q^{T_k} \sum_i m_{B_i},$$

где $m_{щ}$, m_n , m_{Mn} , m_b , m_{B_i} —массы компонентов; C —теплоемкости компонентов, вычисленные по аппроксимирующим формулам в зависимости от температуры; T , T_0 , T_b , T_i — температуры компонентов, T_k — температура смеси (конечная температура); q^{T_k} — удельная теплота испарения воды, вычисленная по аппроксимации для температуры смеси.

В результате транспортирования смеси от асфальтобетонного завода к месту работ смесь остывает и ее температуру можно определить по формуле

$$\frac{s}{v} = \frac{1}{k\alpha} \ln \left(\frac{T_k - T_0}{T_c - T_0} \right) \rho c h, \quad (2)$$

где S —расстояние при транспортировке; v —скорость движения; k — коэффициент неравномерности температурного поля в массе перевозимой смеси; α —суммарный коэффициент теплоотдачи; T_c — температура смеси после транспортировки; ρ —объемная плотность асфальтобетонной смеси; h —толщина «корки» остывающей смеси.

Сопоставив формулы (1) и (2) и решив обратную задачу, т.е. по известной температуре воздуха T_0 и расстоянию от асфальтобетонного завода до места укладки смеси S по формуле (2) определяется температура смеси T_k после смешивания и далее по формуле (1) находится температура T , до которой необходимо нагревать компоненты асфальтобетонной смеси.

Требования к плотности земляного полотна автомобильной дороги при пропуске транспорта с повышенными осевыми нагрузками

Вербило И.Н.

Белорусский национальный технический университет

В процессе эксплуатации земляного полотна автомобильной дороги на него действуют суммарные напряжения от расчетного транспорта и собственной массы насыпи. В результате сложного напряженного стояния в земляном полотне формируется требуемая плотность грунта, которая изменяется по высоте насыпи. Анализ распределения плотности и напряженного состояния позволил выделить три зоны:

I зона – от поверхности покрытия до глубины 1,5 м (рабочий слой); II зона – от 1,5 до 6,0 м; III зона – от 6,0 м и более.

В первой зоне плотность формируется, в основном, за счет расчетной нагрузки, которая соответствует 10 тоннам на ось. При увеличении нагрузки до 11,5, 13,0 тонн на ось глубина первой зоны увеличится, как показывают расчеты, примерно до 1,8 – 2,0 м.

Для получения численного значения плотности сухого грунта от расчетной нагрузки в лабораторных условиях рекомендуется использовать ГОСТ 22733-2002 (Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности.).

В результате испытаний грунта определяется максимальная плотность ($\rho_{d \max}$) и оптимальная влажность (W_0). Для перехода этих параметров к модифицированному Проктору ГОСТ рекомендует применять коэффициенты приведения (K_n).

Коэффициент уплотнения земляного полотна (K_ϕ), которое строится или реконструируется под восприятие повышенных нагрузок на ось, определяют по формуле.

$$\frac{\rho_{d\phi}}{K_n \cdot \rho_{d \max}} = K_\phi \geq K_{mp} \text{ где}$$

$\rho_{d\phi}$ – фактическая плотность грунта в земляном полотне,

K_{mp} – коэффициент минимального уплотнения грунта.

**Исследование физико-механических свойств
доломитового щебня при дроблении его
в ударно-центробежных дробилках**

Бусел А.В., Буко А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Дорожное строительство Республики Беларусь испытывает дефицит гранитного щебня. Между тем имеется сырьевая база доломита, которая может послужить основой получения дорожно-строительных материалов требуемого качества. Было предложено в дорожном строительстве применять более доступный доломитовый щебень, физико-механические свойства которого не обеспечивают устойчивости дорожного полотна при динамических нагрузках.

Проведены исследования по дроблению доломитового щебня в центробежно-ударных дробилках, обеспечивающее разделение частиц доломита по структурным дефектам и их гранулирование. При этом получают частицы с содержанием частиц лещадной и игловатой формы в пределах 5-15%. В измельченном продукте содержание частиц изометрической кубообразной формы содержится в порядке 94-95%. Прочность доломитового щебня в сравнении с традиционным дроблением в щековой дробилке повышается на 25-30%. Более плотная упаковка такого щебня в асфальтобетоне позволяет сократить расход битума на 5-10% и обеспечить требуемую сдвигоустойчивость.

Исходный материал, попадая в камеры разгона ротора, ускоряется центробежными силами и движется по внешней стороне подковообразных молотков. В предлагаемом режиме измельчения крупные частицы доломита соударяются о слой более прочных мелких частиц, разрушаясь по слабым сечениям. Измельчение материала осуществляется на двух стадиях: во-первых при ударе материала о кольцевую броню, и во-вторых в зазоре между молотками и футеровочным кольцом.

Внутри разгонных камер ротора образуется постель материала, которая служит автогенной защитой ротора от износа.

В результате образования постели материала не изнашивается футеровочное кольцо дробилки и одновременно происходит скалывание острых углов мелких частиц.

**Влияние дорожных условий на безопасность
дорожного движения**

Римашевская Т.Н., Мытько Л.Р.

Белорусский национальный технический университет

В последнее время в РБ наблюдается рост автомобильного парка. Это не могло не повлиять на количество ДТП. За 2007 год было совершено 7501 ДТП. В результате чего погибло 1517 человек, 7291 ранено.

Существует несколько причин возникновения ДТП: управление транспортным средством в нетрезвом состоянии; превышение скорости движения, нарушение правил маневрирования, нарушение правил проезда перекрестков, наезд на пешехода; не соответствие дорожных условий безопасным режимам движения.

К наиболее опасным дорожным условиям можно отнести: неудовлетворительное состояние и несоответствующая ширина обочин; неудовлетворительное состояние проезжей части; недостаточная ширина земляного полотна; недостаточная видимость на кривых в плане и продольном профиле; отсутствие ограждений; несоответствие дорожных условий фактической интенсивности движения автомобилей; недостаточная ровность и шероховатость покрытия; скользкость покрытия; отсутствие дорожных знаков и разметки; отсутствие или недостаточное искусственное освещение опасных мест.

Для обеспечения безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах необходимо провести следующие мероприятия: учет мест и анализ причин возникновения ДТП; разработка мероприятий и ликвидация мест концентрации ДТП на автомобильных дорогах; оснащение автомобильных дорог в местах, которые несут опасность, электроосвещением, барьерными ограждениями, дорожной разметкой, пешеходными переходами и другими системами технического регулирования дорожного движения; осуществлять круглогодичное содержание автомобильных дорог, оборудование автомобильных дорог автоматизированными системами управления дорожным движением.

**Эффективные противогололедные материалы
для зимнего содержания дорог**

Бусел Д.А.

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси

Для зимнего содержания дорог традиционно применяется техническая соль (ПО «Беларуськалий»). Ежегодный расход соли составляет около 2 кг/м^2 покрытия. Она обладает сильным корродирующим эффектом, особенно по отношению к мостовым конструкциям. В Республике Беларусь в настоящее время эксплуатируются более 5,2 тыс. мостов. Вследствие коррозии сроки эксплуатации мостов снижаются почти в два раза.

За рубежом активно применяются фрикционные противогололедные материалы, но они плохо удерживаются на дорожном покрытии. Применение фрикционных противогололедных материалов возможно при интенсивности движения до 400 – 500 авт./сут.

Чтобы закрепить фрикционный материал на поверхности дороги предложено создать на поверхности его частиц слой реагента, обеспечивающего втапливание его в снежно-ледяной слой и прилипание к дороге. В качестве сырья был использован отсев дробления доломитового щебня (ПО «Доломит»), который обрабатывали уксусной кислотой. В результате получили материал, на поверхности которого имеются ацетаты кальция и магния. Контактывая с поверхностью льда, реагенты растворяются и частица доломита погружается в лед, закрепляясь на поверхности льда и образуя шероховатую поверхность. Были проведены натурные испытания нового противогололедного материала на путепроводах автодороги М-1/Е30, которые доказали его эффективность. Коррозия металлических контрольных пластин, установленных на ограждающем бруске, снизилась в 30 раз в сравнении с участком, где применялась техническая соль. Новый материал надежно удерживается на дорожном покрытии при интенсивности движения 7,5 тыс. авт./сут.

Предлагаемое противогололедное средство может быть с успехом использовано всеми дорожно-строительными и мостостроительными организациями Республики Беларусь для уменьшения коррозии и борьбы с зимней скользкостью.

Асфальтобетон на битумополимерном вяжущем

Реут Ж.В.

Белорусский национальный технический университет

Для мостовых сооружений характерно воздействие значительных амплитудных динамических нагрузок и более резких температурных перепадов (промерзание зимой и сильный перегрев летом), следовательно, покрытия мостового сооружения работают в более сложных условиях в сравнении с покрытиями дорог, что приводит к более интенсивному образованию дефектов проезжей части и снижению гидроизоляционных свойств. Для ликвидации дефектов, нарушающих гидроизоляцию и приводящих к коррозии и разрушению конструктивных элементов мостового сооружения, разработаны составы вибролитого асфальтобетона на битумополимерном вяжущем.

При исследовании физико-механических свойств этих асфальтобетонов оценивалась способность материала оказывать сопротивление воздействию механических и погодноклиматических факторов внешней среды без образования недопустимых деформаций и разрушений.

Реологические характеристики материала позволили охарактеризовать работу покрытия при повышенных динамических нагрузках и температурных перепадах по сравнению с традиционными асфальтобетонными покрытиями. Основные исследуемые реологические характеристики – это величина деформации при разрушении образцов балочек при изгибе и модуль упругости.

У вибролитого асфальтобетона по результатам исследований деформативность при низких температурах более чем в 2 раза выше, чем у традиционного асфальтобетона, следовательно, выше и трещиностойкость. Прочностные характеристики остаются на уровне традиционных асфальтобетонов, что обеспечит пропуск транспортных нагрузок в период с температурами покрытия 50°C. Этот материал обладает высокой износостойкостью, влагонепроницаем, поэтому его целесообразно использовать в качестве покрытия для мостов с большой интенсивностью движения.

**К вопросу об экспозиции городских улиц и остановок
общественного транспорта**

Раковец Л.Д., Куприянчик А.А.

Белорусский национальный технический университет

Температура асфальтобетонного покрытия зависит, в основном, от величины потока лучистой энергии солнца, поступающей на его поверхность. Городская застройка и другие присутствующие городу особенности накладывают определенный отпечаток на приход-расход лучистой энергии солнца. Особенно велико это излучение в послеполуденные и вечерние часы. Так при напряжении прямой солнечной радиации $13 \text{ кал/см}^2 \text{ мин.}$ асфальтобетонное покрытие может иметь температуру $70 \text{ }^\circ\text{C}$ и излучать $0,5 \text{ кал/см}^2 \text{ мин.}$ Распределение солнечного тепла существенно зависит от пространственных характеристик застройки, этажности и протяженности зданий, ориентации фасадов, величины разрывов между зданиями. Составляющие приходной части теплового баланса городской территории можно разделить на две группы: первая – тепlopоступление от искусственных источников (теплоцентрали и тепlopоступления от городского автотранспорта); вторая – тепlopоступление от солнца. Применительно к поверхности асфальтобетонных покрытий представляют интерес потери солнечного тепла за счет затемнения зданиями.

Таким образом, в городской застройке продолжительность инсоляции улиц (солнечного облучения дорожного покрытия) определяется затенением. Продолжительность инсоляции какого-то участка асфальтобетонного покрытия зависит от высоты (H_p) затеняющего здания, расположением его относительно сторон горизонта и расстоянием до него.

Эксперименты подтверждают, что температура асфальтобетона в тени на $15\text{-}20 \text{ }^\circ\text{C}$ ниже, чем на инсолируемом участке, а это значительно увеличивает деформационную устойчивость покрытия.

Таким образом, основной задачей снижения летнего перегрева улиц, является создание оптимального режима их инсоляции, который следует решать в общем комплексе архитектурно-планировочных вопросов.

Технико-экономическое обоснование схемы неполной транспортной развязки с одним соединительным ответвлением

Яцевич И.К., Лесничий А.А.

Белорусский национальный технический университет

Предлагаемые схемы неполной транспортной развязки (ТР) с одним соединительным ответвлением позволяет уменьшить стоимость строительства ТР и обеспечить непрерывность движения на пересекающихся автомобильных дорогах за счет введения накопительных полос на них. Соединительные ответвления могут иметь четыре варианта расположения.

Для каждого варианта определены перепробеги S_i автомобиля, поворачивающего налево и направо по сравнению с пересечением в одном уровне.

$$S_i = 2l_R \cdot \varphi_1(N_{in}, N_{in}) + 2l_T (\varphi_2(N_{in}, N_{in})),$$

где l_R, l_T – длина стороны соединительного ответвления, определяемая необходимостью сопряжения их с помощью закругления малого радиуса после каплевидного островка и размещения накопительной полосы, зависит от категории пересекающихся автомобильных дорог;

N_{in}, N_{in} – интенсивность движения автомобилей, поворачивающих налево и направо для каждой из четырех дорог, которые подходят к неполной транспортной развязке с одним соединительным ответвлением.

Функции $\varphi_1(N_{in}, N_{in}), \varphi_2(N_{in}, N_{in})$ для каждого варианта определяются интенсивностью движения автомобилей, поворачивающих налево и направо.

Выбор варианта неполной транспортной развязки с одним соединительным ответвлением выполняется по минимальным суммарным перепробегам автомобилей.

Методика проектирования отгона виража

Кононова Е.И., Яцевич И.К.

Белорусский национальный технический университет

На отгоне виража на внешней полосе проезжей части при переходе от уклона $-0,005$ к уклону $+0,005$ не обеспечен поверхностный водоотвод. С целью уменьшения длины этого участка отгон виража не совмещается с переходной кривой, а назначается минимальной длины исходя из допустимого дополнительного уклона внешней кромки проезжей части. Кроме того, односкатный поперечный профиль с уклоном i , равным поперечному уклону проезжей части i_n , начинается на расстоянии S_B от начала переходной кривой:

$$S_B = L \cdot R / \rho_B,$$

где L – длина переходной кривой;

R – радиус круговой кривой;

ρ_B – радиус кривизны переходной кривой, при котором необходим вираж ($\rho_B = 2000$ м на дорогах I-б, I-в, II, III, IV категории; $\rho_B = 3000$ м на дорогах I-а категории).

В случае $i_e = i_n$ вираж продолжается на переходной кривой. При $i_e > i_n$ происходит переход от односкатного поперечного профиля с уклоном i_n до уклона i_e (второй участок отгона виража) на оставшейся части переходной кривой.

Предложены формулы для расчета относительных и абсолютных отметок кромок проезжей части и укрепленных полос, бровок обочин с учетом уширения проезжей части на дорогах с двухполосной проезжей частью и на дорогах I категории. При малых радиусах круговых кривых при расчете отметок этих точек уширение проезжей части предусматривается на переходных кривых при радиусах кривизны их 500 м.

Уширение проезжей части начинается на расстоянии S_y на переходной кривой. Оно определяется по формуле 1, принимая ρ_s равным 500 м.

**Ускоренные методы испытаний асфальтобетонных смесей
и асфальтобетонов**

Родинка В.И.

Белорусский национальный технический университет

Ускоренные методы испытаний асфальтобетонных смесей предназначены для применения на предприятиях - изготовителях смесей при проведении производственного (оперативного) контроля качества работ и при обучении студентов в ВУЗе.

Ускоренные методы испытаний позволяют вдвое сократить общее время формирования асфальтобетонных образцов, втрое время вибрирования. Продолжительность испытаний при определении физико-химических показателей асфальто-бетонных составляет:

- при определении предела прочности при сжатии и модуля остаточной деформации при 50⁰С – 1,5-2,5 часа;
- при определении средней плотности, водонасыщения набухания 1,5-3,5 часа;

В период наладки технологических процессов производства асфальтобетонных смесей изготовления образцов и контроль качества осуществляется по всем нормируемым показателям в соответствии с требованиями СТБ 1033 с одновременным проведением сравнительных испытаний по ускоренной методике.

Изготовление и уплотнение образцов осуществляют в одиночных формах комбинированных методом, при котором асфальтобетонные смеси уплотняют вибрированием с последующим доуплотнением на прессе.

Допускается изготавливать образцы только прессованием, а полученные результаты корректировать поправочными коэффициентами, устанавливаемыми отдельно для каждой марки и типа асфальтобетона, марки битума, типа прессового и испытательного оборудования и комплекта формы для каждого нормируемого показателя.

При поведении ускоренных испытаний отличие средних значений предела прочности асфальтобетонов от аналогичных величин по СТБ 1115 не должна превышать 20%.

Использование силового частотно-регулируемого электропривода для сокращения потребления электроэнергии электротехническим оборудованием АБЗ

Жидок А.М.

Государственное предприятие «БелдорНИИ»

В связи с возрастающей в последнее время актуальностью внедрения в дорожной отрасли энерго и ресурсосберегающих технологий в качестве одного из эффективных решений в этом направлении становится внедрение современных систем частотного регулирования электроприводов.

Как показала мировая и отечественная инженерная практика, переоснащение энергетических сетей и коммуникаций устройствами частотно-регулируемого электропривода при реализации программ энергосбережения дает наибольший экономический эффект, поскольку позволяет в среднем сократить потребление электроэнергии электрооборудованием на 25-35%.

Регулируемые электроприводы с преобразователями частоты позволяют оптимизировать работу механизмов в различных режимах и обеспечивают плавный пуск, бесступенчатое регулирование скорости, работу механизма с необходимой скоростью, бесконтактный реверс, равномерное вращение вала электродвигателя в зоне низких частот, высокие энергетические показатели электропривода (к п. д., коэффициент мощности).

Из опыта внедрения частотно регулируемого электропривода в промышленности, срок окупаемости таких систем составляет от 0,5 года до 2 лет и постоянно снижается в связи с ростом цен на электроэнергию и энергоносители.

Оснащение частотно регулируемым электроприводом электротехнических агрегатов, установленных на асфальтобетонных заводах, позволит сэкономить энергоресурсы дорожного предприятия и снизить себестоимость выпускаемых асфальтобетонных смесей.

Кроме того, применение регулируемого электропривода способно обеспечить повышение качества продукции и повысить эффективность технологического процесса.

Энергосберегающая технология приготовления горячей асфальтобетонной смеси

Игошкин Д.Г.

Государственное предприятие «БелдорНИИ»

При приготовлении горячих асфальтобетонных смесей перспективным и энергетически, и технологически является подача в смеситель битума, недогретого до температуры операции, и несколько перегретого минерального заполнителя.

Применительно к сушильному барабану это означает снижение на $\approx 8\%$ потерь энергии с уходящими газами и на $\approx 12\%$ потерь энергии с механическим недожогом топлива.

В этом случае, битум окончательно нагревается до требуемой температуры за счет энергии минерального заполнителя, подобно аналогичному процессу, который сегодня осуществляется на АБЗ с минеральным наполнителем. По отношению к обычному режиму приготовления горячих асфальтобетонных смесей минеральный заполнитель перегревается не более чем на 30°C . Энергии перегретого минерального заполнителя, как показывают расчеты, хватает не только для нагрева битума, но и для испарения воды, в нем содержащейся. При приготовлении горячих асфальтобетонных смесей в этом случае отпадает необходимость в применении такого громоздкого оборудования, как жаровый котел, КПД которого много ниже чем сушильного барабана.

С технологической точки зрения подобный нагрев битума повышает качество смеси, так как исключается контакт с перегретой поверхностью нагрева, уменьшается время контакта горячего битума с кислородом воздуха. В случае же подачи обводненного битума происходит его вспенивание, что, как это однозначно доказано, уменьшает расход битума и повышает качество продукта.

Итоговое повышение экономичности АБЗ на 20%, описанное выше, следует считать максимальным. Дальнейшее улучшение показателей связано с изменением оборудования АБЗ, т.е. затрагивает структуру завода.

Получение битумных эмульсий на активированном битуме

Радьков Н.В.

Государственное предприятие «БелдорНИИ»

Опыт приготовления битумных эмульсий показывает, что битумные эмульсии, приготовленные из одной и той же марки битума порой имеют совершенно различные свойства, а защитные слои, устроенные с применением этих эмульсий, имеют достаточно различные транспортно-эксплуатационные показатели (время формирования, устойчивость при различных температурах).

Для того, чтобы определить возможность применения того или иного битума для производства битумных эмульсий введен показатель индекса коллоидной устойчивости, который представляет собой отношение суммы ароматики и смол к сумме асфальтенов и насыщенных.

В зависимости от области применения битумных эмульсий (устройство поверхностной обработки, защитного слоя из холодных литых асфальтобетонных смесей, строительство конструктивных слоев из эмульсионно-минеральных смесей) определено оптимальное значение индекса коллоидной устойчивости. Для того чтобы иметь возможность регулировать индекс коллоидной устойчивости предложено вводить в битум фосфорную кислоту в количестве от 0,3 до 0,75 %. Количество фосфорной кислоты зависит от структурно-реологического типа битума (по классификации Колбановской). Наибольший эффект достигается при введении фосфорной кислоты в битум II структурно-реологического типа.

При активации нефтяных битумов фосфорной кислотой удастся изменять индекс коллоидной устойчивости, улучшить качество битумных эмульсий и повысить устойчивость защитных слоев к погоднo-климатическим факторам и транспортно-эксплуатационным нагрузкам.

Предложенный показатель индекса коллоидной устойчивости рекомендуется к использованию всем организациям, производящим битумные эмульсии.

Явление вибродиффузии и его использование при устройстве дорожных одежд

Смыковский А.И.

Государственное предприятие «БелдорНИИ»

Используемый ныне вариант конструкции нежесткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на основании из неукрепленных материалов работает на пределе возможностей, поскольку сочетание ряда факторов, основным из которых является неустойчивость асфальтобетона к воздействию тяжелых транспортных нагрузок в условиях высоких летних температур, ограничивает выбор материалов для асфальтобетонных покрытий.

В то же время вопросами повышения прочности оснований дорожных одежд занимаются мало, а развитие данного направления исследований имеет очевидные перспективы. Обеспечению рационального устройства нежестких дорожных одежд может послужить устройство комбинированных оснований с использованием щебня, улучшенного с помощью технологических приемов.

Известно, что укладка щебня непосредственно на песок приводит к негативным результатам, поскольку происходит рассредоточение частиц щебня и его внедрение в нижележащие слои. Это явление, названное нами «вибродиффузией», в виде взаимопроникновения частиц щебеночного основания и нижележащего слоя приводит к снижению плотности щебеночного основания в нижней зоне слоя, наиболее подверженной растягивающим напряжениям от действия транспортной нагрузки. В комбинированных основаниях для повышения их прочности используется принцип армирования с помощью геосеток, что позволяет перераспределять возникающие нагрузки напряжения на большую площадь, способствуя стабильной работе дорожной одежды. Правильным подбором армирующих элементов можно управлять вибродиффузией и достичь увеличения модуля упругости слоя основания в 2,0 – 2,5 раза, что позволяет повысить общую несущую способность дорожной конструкции при снижении материалоемкости и энергоемкости строительства за счет уменьшения толщины слоя и затрат на его уплотнение.

Опыт применения модифицированных битумов в дорожном строительстве

Цыганок Ю.М.

Государственное предприятие «БелдорНИИ»

Практика эксплуатации автомобильных дорог показывает, что одним из основных факторов, влияющих на снижение срока службы дорожных покрытий, является применение в асфальтобетонных смесях битумов низкого качества.

Для повышения сдвигоустойчивости, трещиностойкости и увеличения срока службы дорожных покрытий при устройстве верхних слоев асфальтобетонных покрытий на автомобильных дорогах I и II категорий необходимо использовать битумы, модифицированные эластомерными добавками, в соответствии с СТБ 1220-2000 «Битумы модифицированные дорожные. Технические условия».

Устройство тонких защитных слоев из горячих асфальтобетонных смесей толщиной до 2,5 см с использованием модифицированных вяжущих – реальное решение существующей проблемы. Сущность технологии заключается в том, что защитный слой из подобранной асфальтобетонной смеси на модифицированном вяжущем укладывается в горячем состоянии специальным асфальтоукладчиком на предварительно разлитую нераспавшуюся полимербитумную эмульсию.

В результате применения новой технологии устройства тонкого защитного слоя из горячей асфальтобетонной смеси, толщина устраиваемого верхнего слоя асфальтобетонного покрытия уменьшается по сравнению с традиционным покрытием (с 6 до 2,5 см), а эксплуатационные характеристики и срок службы предложенного покрытия останутся прежними. При этом, общая стоимость работ при устройстве защитного слоя уменьшится на 15-25%, по сравнению с устройством традиционных асфальтобетонных слоев.

Предложенная технология будет способствовать снижению материалоемкости и увеличению долговечности устраиваемых защитных асфальтобетонных слоев, продлевая межремонтные сроки строительства.

УДК 625.746 (083.74) (746)

**О классификации элементов обустройства
автомобильных дорог**

Яромко В.Н.

Государственное предприятие «БелдорНИИ»

В настоящее время вопросы, связанные с классификацией элементов обустройства автомобильных дорог, изложены в нескольких нормативно - технических документах, в которых термины порой не согласованы между собой.

Систематизация накопленных практикой в этой области данных приведена в разработанном стандарте СТБ 1635-2006 «Элементы обустройства автомобильных дорог. Термины и определения. Классификация».

В настоящем сообщении на основе обобщения опыта и с учетом функционального назначения «Обустройство дороги» рассматривается как комплекс всех дорожных сооружений и устройств, предназначенных для обеспечения безопасного и удобного движения по дороге и нормальной работы дорожной службы. Элементы обустройства дорог предложено разделить на две группы: элементы обстановки дорог и инженерное оборудование дорог (дорожные инженерные устройства). К элементам обстановки дорог предлагается относить все элементы обустройства, которые расположены в пределах земляного полотна, к инженерному оборудованию дорог - элементы обустройства, расположенные за его пределами.

Элементы обстановки дорог включают технические средства организации дорожного движения; устройства для обслуживания пешеходов и пассажиров; инженерное оборудование по контролю, информационному обеспечению и управлению дорожным движением и состоянием дорог; устройства для освещения дорог инженерные сооружения для обеспечения непрерывности и безопасности движения; устройства для установки и крепления элементов обстановки на дороге; технические вспомогательные средства для обеспечения движения городского электрического транспорта.

Инженерное оборудование дорог включает защитные сооружения, элементы благоустройства и объекты сервиса.

**Проверка и переработка стандарта
«Материалы противогололедные
для зимнего содержания автомобильных дорог»**

Бусел Д.А., Дерман И.В., Куприянчик А.А.
Белорусский национальный технический университет

Предотвращение зимней скользкости и ее ликвидация являются наиболее сложными процессами зимнего содержания автомобильных дорог. Трудности удаления снежно-ледяных образований обусловлены тем, что зимняя скользкость образуется одновременно на большом протяжении дорог и значительно ухудшает их транспортно-эксплуатационные характеристики. Так, вероятность возникновения ДТП при гололедице повышается в 10 раз.

По оценкам экспертов отраслевого института «Белгипродор» экономия 1 рубля затрат на зимнее содержание дорог может обернуться потерями 136 рублей прибыли в народном хозяйстве Беларуси. При таких показателях страна не должна экономить на зимнем содержании белорусских магистралей.

В Беларуси вопросы содержания дорог решаются в рамках действующих нормативных документов. Накопленный опыт по зимнему содержанию автомобильных дорог в условиях действующего СТБ 1158-99 в течение почти семи лет показал, что этот документ требует уточнения некоторых положений. Кроме того, за этот период в Республике Беларусь и других странах накоплен опыт применения противогололедных материалов. Это вызывает необходимость переработки положений данного СТБ, что и явилось целью данной работы по заданию департамента «Белавтодор».

В ходе работы была проанализирована техническая информация, обобщен производственный опыт использования противогололедных материалов для предотвращения и ликвидации зимней скользкости на автомобильных дорогах.

На базе проведенных исследований уточнены показатели физико-механических свойств, уточнены методики определения этих показателей. Разработан и согласован проект переработанного СТБ и представлен на утверждение в Госстандарт Республики Беларусь.

**Диагностика
и управление качеством
автомобильных дорог**

От сетевой до объектной диагностики автомобильных дорог

Леонович И.И.

Белорусский национальный технический университет

Автомобильные дороги являются линейными сооружениями. В совокупности же на территории страны они образуют развитую сеть, которая по значимости подразделяется на республиканскую и местную. По состоянию на 1 января 2008 года протяженность дорог общего пользования составила 85 697 км, а в том числе республиканские дороги – 15 438 км (18 %) и местные 70 259 км (82 %). Значительную протяженность имеют внутрихозяйственные дороги. К линейным сооружениям можно отнести также мосты и путепроводы, протяженность которых превышает 173 тыс. п.м, а средняя длина составляет около 35 м.

При диагностике автомобильных дорог принято использовать сетевой принцип, т.е. оценивать все основные параметры и качественные характеристики сети автомобильных дорог. Такой принцип вполне приемлем при системном подходе к оценке состояния дорог, и может быть успешно использован для принятия решений на региональном и отраслевом уровне. Однако, для установления причинно-следственных зависимостей технико-эксплуатационного состояния каждого участка или элемента дороги, определения оптимальных способов ремонта и содержания дорожного объекта и исключения вероятности появления в будущем аналогичных негативных последствий необходимо уделять большее внимание объектной диагностике. При объектной диагностике определению подлежат не только результирующие характеристики (прочность, ровности, сцепление и т.п.), но и конструктивные особенности дороги, свойства материалов, функционирование системы водоотвода, водно-температурный режим земного полотна, дорожной одежды, и местности в целом. Данные объектной диагностики позволяют обоснованно выбрать способ ликвидации имеющихся погрешностей с рациональным расходованием финансовых и материально-технических ресурсов. Существующие нормативные документы, к сожалению, не раскрывают методологию объектной диагностики. Назрела необходимость их усовершенствования.

Современные тенденции приборно-инструментального обеспечения диагностики автомобильных дорог

Леонович И.И.

Белорусский национальный технический университет

За последние годы дорожная диагностика стала научной дисциплиной, имеющей надежный теоретический фундамент, обоснованные методы оценки технических, технико-эксплуатационных, коммуникативных и транспортных характеристик дорог. Приборно-инструментальная база дорожной диагностики прошла значительный путь своего развития – от измерительных лент и простейших шаблонов до современных электронных измерительных систем с экспрессной обработкой получаемых данных на мобильных компьютерах. Большой вклад в развитие инструментальных методов диагностирования дорог внесли: А.К. Бируля, Ю.В. Кузнецов, Д.А. Павлюк, В.М. Сиденко и др.

Для измерения прочности дорожных одежд разработаны и используются приборы и установки статического и динамического нагружения, системы определения чаши прогиба под воздействием ударных нагрузок и записи прогибов покрытия при действии испытательных установок. Для измерения ровности дорожного покрытия существуют и получают развитие передвижные лаборатории, основанные на принципах лазерного зондирования, распространения ультразвука, законах оптики и телемеханики. Основными тенденциями этой группы приборов является возрастающая точность измерения при значительных скоростях движения. Измерение макро- и микрошероховатости дорожного покрытия проводится при оценке состояния проезжей части, расследований причин возникновения дорожно-транспортных происшествий. Развитие приборов для измерения шероховатости идет с одной стороны по линии использования лазерных систем, устанавливаемых на автомобиле, а с другой стороны – создание портативных приборов.

Отличительными особенностями современной диагностики является систематический сбор оперативной информации на ДИС, о состоянии погоды, температурном режиме покрытия и характеристиках транспортного потока.

Критерии качества автомобильных дорог и практика их учета в системе управления

Кашевская Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Стратегическая цель управления качеством автомобильных дорог для департамента «Белавтодор» заключается в создании благоприятных инфраструктурных условий для экономического и социального развития республики, повышения уровня жизни и деловой активности населения, эффективности использования производственных и природных ресурсов и укрепления национальной безопасности.

Стратегический и тактический уровни управления качеством автомобильных дорог предполагает необходимость мониторинга процессов управления на всех стадиях жизненного цикла автомобильной дороги. Задачу управления качеством автомобильных дорог на данных уровнях управления можно определить как обеспечение ценности автомобильных дорог для потребителя и эффективность функционирования дорожной инфраструктуры для экономики в целом. Кроме того, деятельность предприятий дорожной отрасли определяется стратегической задачей стать конкурентоспособными на рынке дорожно-строительных работ, сохранить рабочие места, обеспечить высокое качество труда. Оценку эффективности управления качеством автомобильных дорог с точки зрения обеспечения ценности для потребителя, можно осуществить посредством мониторинга удовлетворенности потребителя качеством предоставляемых услуг.

Эффективность управления качеством автомобильных дорог с точки зрения экономики страны должна оцениваться социально-экономической эффективностью работы дорожно-транспортного комплекса, экономической эффективностью расходования средств. А эффективность работы подрядных организаций дорожной отрасли по обеспечению качества автомобильных дорог должна оцениваться показателями финансовой устойчивости предприятий.

Целый ряд проблем в управлении качеством автомобильных дорог относится и должен решаться на оперативном уровне.

**Роль мониторинга в системе управления качеством
автомобильных дорог**

Кашевская Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Департамент «Белавтодор» Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь является организацией с децентрализованной структурой управления, при которой большое количество управленческих решений принимается на тактическом и оперативном уровнях управления. Поэтому процедуру мониторинга процессов управления качеством автомобильных дорог необходимо организовать в рамках алгоритма реализации функции управления качеством. Мониторинг должен позволить выявлять причины отклонений и давать возможность принять соответствующие дополнительные решения относительно хода реализации решений.

С точки зрения цикла инновационного управления «исследуй – совершенствуй – планируй – делай» мониторинг процессов управления качеством при производстве работ необходимо осуществлять с учетом обеспечения возможности непрерывного совершенствования: технологии, приемов работ, применяемых материалов, исходной информации, квалификации персонала и т.д. В этом случае необходимо осуществить системный анализ причин возникновения несоответствия. Для теоретического обоснования возникновения несоответствия контролируемый при мониторинге процесс подвергается декомпозиции для выяснения причины «сбоя системы» – проводится детальный анализ: параметров на входе (сырье, материалы, комплектующие, информация и др.); используемых ресурсов (инфраструктура, рабочая сила, персонал, исполнители, финансы); управляющих воздействий (планов, графиков, приказов, распоряжений, регламентов, нормативов и др.). Если установлено, что причин возникновения установленного несоответствия несколько, то декомпозиция проводится для всех установленных причин.

Таким образом, мониторинг в системе управления качеством автомобильных дорог является важнейшим инструментом инновационного развития процессов жизненного цикла автомобильных дорог.

Тенденции развития систем управления состоянием покрытий на современном этапе

Богданович С.В.

Белорусский национальный технический университет

Системы управления состоянием покрытий (СУСП) в настоящее время продолжают развиваться. Выделяются следующие направления совершенствования: расширение функций систем управления покрытиями; совершенствование сбора исходных данных и управления ими; улучшение надежности и достоверности моделей прогнозирования состояния покрытий; совершенствование экономического анализа и методов оптимизации; совершенствование программного обеспечения систем управления.

В ближайшие годы функции СУСП расширятся. Можно ожидать их интеграции с системами управления зимним содержанием, управления безопасностью движения, системой реагирования на стихийные бедствия, системой оценки качества построенных дорог. Произойдет расширение функций СУСП за счет включения в них возможности управления работами по текущему ремонту. Кроме того, уже сейчас имеет место включение СУСП в состав систем более высокого уровня – систем управления инфраструктурой, которые включают также управление мостами, аэропортами, стоянками и другими объектами. В будущем следует ожидать «бесшовную» интеграцию этих отдельных компонентов.

Совершенствование сбора исходных данных для СУСП будет развиваться в направлении расширения использования приборной базы, повышения точности и достоверности результатов. Улучшение надежности и достоверности моделей прогнозирования связано с использованием исторических данных о состоянии покрытия. Совершенствование оптимизации будет связано с сокращением упрощенных и более широким применением математических методов.

Программное обеспечение СУСП будет совершенствоваться в нескольких направлениях: появление новых версий, появление веб-ориентированных систем, интеграция СУСП с геоинформационными системами (ГИС).

**Современные методы оценки сцепных качеств
дорожных покрытий и направления их совершенствования**

Нестерович И.В.

Белорусский национальный технический университет

Сцепные качества дорожного покрытия являются важными характеристиками транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги. От них зависит безопасность на автомобильных дорогах, шум, износ шин, транспортные расходы и комфортность движения пассажирского транспорта.

Сцепные качества зависят от степени взаимодействия шины автомобиля с дорожным покрытием: шероховатости покрытия, свойств резины и рисунка протектора шины автомобиля.

Оценка сцепных качеств покрытий автомобильных дорог в республике, так же как и во многих других странах чаще всего сводится к определению коэффициента сцепления на заданной скорости (чаще всего на 60 км/ч) и определению шероховатости (макротекстуры).

Потребности в измерениях сцепных качеств в мире неуклонно растут и, как следствие наблюдается рост применения многочисленных приборов, от простейших устройств до достаточно сложных систем. Однако возникают сложности в сопоставимости и репродуцировании результатов измерений, полученных при помощи различных приборов. Это вызвано применением, при измерении сцепных качеств, различных принципов измерения и конструкций приборов.

Применяемые в Беларуси методы и средства измерения не в полной мере отражают мировые тенденции измерения сцепных качеств. Требуется их совершенствование и развитие. Для этого необходима переработка регламентирующих стандартов и приборной базы.

Проведение измерения коэффициента сцепления и шероховатости целесообразно выполнять совместно, непрерывными методами. Разрабатываемые методы и приборы для измерения коэффициента сцепления должны имитировать процесс торможения автомобиля оборудованного антиблокировочной системой тормозов, а колесо для измерений не должно иметь протектора шины и соответствовать мировым стандартам.

Экономическая эффективность применения термокарт при зимнем содержании автомобильных дорог

Жилинский В.И.

Республиканское унитарное предприятие «Белдорцентр»

Эксплуатацию автомобильных дорог в зимний период осложняет частое образование скользкости покрытия. На протяжении многих лет борьба с гололедом велась уже после его наступления. В настоящее время все делается для профилактики зимней скользкости.

При проведении работ по измерению температуры покрытия была получена величина, которая характеризует изменение температуры участка автомобильной дороги со схожими характеристиками, по отношению к средней температуре покрытия на измеряемом участке, которая называется термической характеристикой. Значения этой величины могут быть как положительные, так и отрицательные. На участках с положительной термической характеристикой зимняя скользкость практически не образуется. Особое внимание при зимнем содержании следует уделять участкам с отрицательной термической характеристикой.

Был рассмотрен участок дороги с вычисленной термической характеристикой. Протяженность участков с термической характеристикой 0 составила 3,67 км, со значением – 1 составила 4,65 км, со значением – 2 составила 1,68 км. Значение термической характеристики – 2 говорит о том, что данный участок наиболее подвержен образованию зимней скользкости, и на нем необходимо в первую очередь производить обработку.

В соответствии с нормативным документом при отсутствии данных термокартирования необходимо распределять противогололедные материалы (ПГМ) в количестве 15 г/м^2 , а при использовании данных термокартирования норма распределения составляет 10 г/м^2 . В качестве основных противогололедных материалов используются хлориды.

Использование данных термокартирования позволит сократить количество противогололедных материалов, что окажет положительное влияние на экологическую ситуацию вдоль автомобильной дороги, будет способствовать экономии денежных средств.

Исследование изменения температуры дорожного покрытия под влиянием климатических факторов и форм рельефа

Жилинский В.И.

Республиканское унитарное предприятие «Белдорцентр»

На протяжении последних лет производились исследования изменение температуры дорожного покрытия. Выраженные перепады температуры имеют место: при прохождении автомобильных дорог по мостам, путепроводам, эстакадам, когда происходит обдув ветром, как верха покрытия, так и низа искусственного сооружения; при прохождении автомобильной дороги по открытым участкам; при проектировании продольного профиля автомобильной дороги по обертывающей, на низких участках; на участках глубоких выемок.

С использованием данных дорожных измерительных станций и данных измерения температуры покрытия автомобильной дороги была разработана формула для определения температуры покрытия автомобильной дороги в зависимости от температуры окружающего воздуха, и нескольких поправок, учитывающих изменение температуры покрытия от температуры окружающего воздуха

$$t_{\text{пок}} = t_{\text{воз}} \pm K_W \pm K_{\text{ветр}} \pm K_{\text{раст}},$$

где $t_{\text{пок}}$ – определяемая температура покрытия автомобильной дороги, °С; $t_{\text{воз}}$ – измеренная температура воздуха, °С; K_W – поправка, учитывающая влияние изменения температуры покрытия в результате изменения влажности окружающего воздуха; $K_{\text{ветр}}$ – поправка, учитывающая влияние изменения температуры покрытия в результате изменения направления ветра; $K_{\text{раст}}$ – поправка, учитывающая степень влияния растительности на изменение температуры покрытия автомобильной дороги.

На основании этих данных можно производить прогнозирование возникновения гололеда на покрытии автомобильной дороги. При этом необходимо учитывать температуру окружающего воздуха и влажность окружающего воздуха.

**Зарубежный опыт диагностики автомобильных дорог и его
теоретическая интерпретация**

Ковалевич Е.П.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в мировой практике распространены различные системы по определению дефектов. В РФ наблюдается повышенный интерес к «видеосистемам». Но, подавляющее их большинство направлено на паспортизацию автомобильных дорог и представляет собой набор видео (или фото) камер. Перечисленные лаборатории разработаны в ФГУП СНИЦ «РОСДОРТЕХ» г. Саратов и в НПО «Регион» г. Москва.

В России разработана экспериментальная установка Васильевым Ю.М., МАДИ (ГТУ) – «Лаборатория видеокomпьютерного сканирования». Система позволяет снимать и распознавать дефекты в автоматизированном режиме. Разрешение данной системы составляет 1 см. В Дании разработана измерительная установка по идентификации дефектов дорожных покрытий «LineScan», позволяющая распознавать дефекты размером до 2×2 мм в ручном или автоматизированном режиме.

В целях повышения безопасности движения при проведении диагностики состояния автомобильных дорог, а также усовершенствования метода измерения прочности дорожной одежды, Датским автодорожным институтом была разработана конструкция дефлектографа, позволяющего при скорости движения 90 км/ч производить мониторинг конструктивного состояния дорожной одежды. Такой дефлектограф (HSD). Принцип измерений HSD основан на современной лазерной технологии, запатентованной компанией Greenwood Engineering A/S.

Выводы: 1. Для определения дефектности покрытия следует применять автоматизированные системы их идентификации и распознавания.

2. Наиболее распространенное оборудование для определения прочностных характеристик дорожных одежд имеет низкую производительность.

3. Зарубежные передвижные лаборатории для определения транспортно-эксплуатационных показателей имеют высокую производительность и многие другие преимущества.

**Анализ интенсивности движения транспортных средств
на минской кольцевой автомобильной дороге**

Богданович А.С.

Белорусский национальный технический университет

Нами было проведено изучение данных по интенсивности движения, полученных автоматическими счетчиками, выполняющими круглосуточный учет на км 34, 50 и 17 кольцевой дороги.

Первой особенностью МКАД, известной всем, является самая высокая интенсивность движения среди дорог общего пользования. За период с 1981 года интенсивность возросла почти в 13 раз.

Проанализировано часовое распределение интенсивности. В ночное время, ориентировочно с 0 до 6.30 интенсивность низкая – менее 500 авт/час. С 6.30 начинается резкое возрастание. В течение 2 часов интенсивность увеличивается в 5-7 раз и достигает максимума примерно к 8.30. Далее начинается спад, который длится примерно до 9.30. Далее опять начинается подъем и длится примерно до 17.30, к этому времени достигается второй пик. Далее в течение 6 часов имеет место спад интенсивности. Примерно к 23.30 она достигает того уровня, с которого начался рост в утреннее время.

Распределение скоростей по месяцам различается незначительно. Наибольшее количество транспортных средств имеют скорость в диапазоне от 80 до 100 км/ч. Имеет место скорости выше 140 км/ч.

На МКАД незначительный подъем интенсивности наблюдается в пятницу, в понедельник и воскресенье интенсивность минимальная, в остальные дни практически одинаковая.

Обобщая, можно отметить, что основными особенностями МКАД в части интенсивности движения являются:

- самая высокая интенсивность движения среди всех дорог общего пользования;
- высокие темпы прироста интенсивности в последние годы;
- большая доля транспортных средств, движущихся со скоростью 90 км/ч и выше.

Варламов О.М.

Белорусский национальный технический университет

Диагностика светотехнических характеристик дорожного покрытия, дорожных знаков, горизонтальной и вертикальной разметки, световых сигнальных устройств, информационных табло, других элементов обустройства дорог является важнейшей задачей для обеспечения правильной организации дорожного движения и необходимых условий для его безопасности.

Основными светотехническими характеристиками дорожного покрытия являются освещенность (в люксах), яркость (в канделах на м²), коэффициент диффузного отражения, индикатриса рассеивания светового потока. Перечисленные показатели зависят от вида используемого материала (светлые материалы способствуют лучшему восприятию дороги) и шероховатости покрытия (шероховатые покрытия рассеивают световой поток и не ослепляют водителей встречного транспорта). Диагностирование вышеуказанных показателей осуществляется с использованием фотометрических приборов (люксметров, яркомеров, блескомеров и т.д.) на основании действующей документации.

Необходимо стремиться к диффузному отражению светового потока покрытием, исключающему появление бликов на его поверхности. Для дорог с большой интенсивностью движения предпочтительным является световозвращающий характер отражения. Различимость какого-либо объекта на дороге в темное время суток зависит от контраста яркостей между фоном (покрытием) и объектом.

Контроль фотометрических и колориметрических характеристик дорожных знаков, разметки, других элементов инженерного обустройства осуществляется с использованием стационарных и переносных приборов, основанных на регистрации светового потока и его преобразовании в электрический сигнал.

Улучшение световых качеств дорог – одно из важнейших направлений для обеспечения безопасности движения, ритмичной работы автомобильного транспорта в темное время суток и при неблагоприятных погодных условиях.

**Работы ведутся под руководством профессора И.И. Леоновича.*

Прочность дорожных одежд и их оценка при инструментальном диагностировании дорог

Грунковский Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

1) Прочность дорожных одежд (Д.О.) – важнейший показатель, позволяющий оценить эксплуатационное состояние автомобильных дорог. Вопросами прочности занимались Н.Н. Иванов, А.К. Бируля, М.Б. Корсунский, А.П. Васильев, Ю.М. Яковлев, О.Т. Батраков, А.В. Смирнов, Б.С. Радовский и др.

2) Классификация методов оценки прочности Д.О.:

- по условиям передачи нагрузки: статические (КП204, штамповые испытания); псевдостатические (дефлектограф «Лакруа»); динамические (УДН, УДН-НК, Дина-3М);
- по условиям измерения прочности: дискретные измерения (точечные); непрерывные линейные измерения;
- по видам измеряемых показателей: измерение модуля упругости Д.О.; измерение упругого прогиба Д.О.;
- по времени проведения измерений: в расчетный период года; в нерасчетный период года.

3) Стенд для испытания Д.О. Позволяет более детально исследовать Д.О., выбирать наиболее экономичные решения и применять новые материалы (Киев, Украина; Нанте, Франция).

4) Теория потенциальной энергии E_n . За критерий прочности принята не вся E_n , а только её часть, идущая на изменение формы тела Д.О. Поляризационно-оптический метод позволяет изучать напряженное состояние Д.О. с дискретным слоем без нарушения его структуры.

5) Зарубежные расчётные методы основаны на эмпирических зависимостях с применением показателя CBR (Лидл и Инженерный корпус Асфальтового института (США); Центральные лаборатории Франции и Великобритании).

Выводы: 1. Динамический метод оценки прочности Д.О. более перспективен, т.к. учитывает и динамику процессов.

2. В идеале методика оценки состояния Д.О. должна чётко выявлять причины снижения её несущей способности, что позволит назначить наиболее эффективный комплекс ремонтных мероприятий.

Сцепные качества дорожных покрытий и их влияние на безопасность дорожного движения*

Лях В.А.

Белорусский национальный технический университет

Сцепные качества дорожного покрытия относятся к важнейшим технико-эксплуатационным характеристикам дороги. Недостаточная величина сцепления шины колеса с покрытием является, как правило, первопричиной дорожно-транспортных происшествий. Сцепные качества покрытия принято оценивать коэффициентом сцепления.

Исследования показывают, что величина коэффициента сцепления зависит от большого числа факторов – физико-механических свойств покрытия, эластичности автомобильных колес, степени износа протектора и др.

Большое влияние оказывает также тип покрытия, его влажность и шероховатость. Наилучшие условия сцепления наблюдаются на сухом, чистом покрытии, наихудшие на обледенелом покрытии.

Шероховатость покрытия зависит от высоты элементов макропрофиля поверхности проезжей части, расстояния между нершинами выступов, остроты выступов и собственной шероховатости каменного материала (микрошероховатости). Требуется, чтобы высота выступов шероховатой поверхности была достаточна для выжимания воды из-под колес.

Сцепление оказывает существенное влияние на безопасность дорожного движения. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий во многих странах мира показывает, что на долю водителя приходится от 41 до 96 % всех дорожно-транспортных происшествий. Дорожным условиям отводится меньшая роль – от 6 до 48 %. Из числа дорожных самыми частыми причинами дорожно-транспортных происшествий являются скользкость, недостаточная ровность покрытия и другие факторы, зависящие от уровня содержания дорог.

Вот почему поддержание требуемой шероховатости покрытия является необходимым условием безопасности дорожного движения.

**Работы ведутся под руководством профессора И.И. Леоновича.*

**Современные методы диагностики ровности
дорожных покрытий***

Михнюк А.С.

Белорусский национальный технический университет

Возрастающие требования к качеству автомобильных дорог выдвигают в число важнейших проблему ровности покрытия. Неровности приводят в колебательное движение автомобиль при его движении и создают неприятные ощущения для пассажиров. Для оценки ровности применяется международный индекс ровности (IRI) – первый наиболее широко используемый индекс, по значениям которого выполняют анализ различных дорожных профилей. Он основывается на моделировании обратной реакции транспортного средства, двигающегося со скоростью 80 км/ч, на имеющиеся на проезжей части неровности. В методику расчета IRI заложена модель четверти автомобиля, включающая: пневмошину, представленную вертикальной пружиной; массу оси подвески; подвеску; массу части корпуса. Эта модель разработана для того, чтобы получить максимальную корреляцию с системами измерения ровности дорог.

Системы измерения ровности подразделяются иерархически на четыре группы в зависимости от точности результатов: от профилометрических методов (2 группы), точных и наиболее пригодных для подробного анализа, до субъективного оценивания, позволяющего проводить анализ без использования приборов. Измерительные приборы по принципу действия различают следующим образом: регистрирующие геометрические параметры неровностей – рейки, профилографы, виаграфы, уклономеры, профилометры, нивелиры; импульсного действия, измеряющие колебания или перемещения отдельных элементов автомобиля, различные толчкомеры, акселерометры; инерционно-го действия, динамически преобразующие продольный профиль дороги.

Проблема ровности покрытия требует решения путем совершенствования приборной базы и методами инструментальной оценки состояния дорог.

**Работы ведутся под руководством профессора И.И. Леоновича.*

Надежность автомобильных дорог как основной критерий их эксплуатационного состояния*

Татаринов И.А.

Белорусский национальный технический университет

Развитие автомобильного транспорта привело к существенному увеличению нагрузок на автомобильных дорогах, которые в свою очередь приводят к более быстрому разрушению материала покрытия и дорожной одежды в целом. Поэтому важным критерием эксплуатационного состояния автомобильных дорог является надежность – способность сохранять заданные эксплуатационные характеристики (ровность, прочность, шероховатость) в течение расчетного срока службы.

Основной характеристикой надёжности является уровень надёжности, характеризующий вероятность появления недопустимых деформаций или разрушения ранее расчета срока службы.

В процессе эксплуатации в структуре монолитных слоёв дорожной одежды происходит накопление повреждаемости (накопление дефектов, ведущих при определённом их объёме к недопустимым деформациям) и снижение работоспособности, происходит нарушение ровности покрытия и уменьшение коэффициента сцепления колоса с покрытием (уменьшение шероховатости).

Ровность является одним из основных показателей, характеризующих удобство движения по автомобильной дороге и оказывающих решающее влияние на скорость движения и транспортную работу дороги в целом. Плохое состояние покрытия дороги значительно ухудшает условия движения и снижает безопасность на дороге, приводя к возникновению ДТП.

Большое значение приобретает совершенствование методов испытания и совершенствование методик установления расчетных значений, характеристик асфальтобетона и других материалов. Общая цель всех исследований материалов – повышение оптимального уровня эксплуатационной надежности асфальтобетонных покрытий.

**Работы ведутся под руководством профессора И.И. Леоновича.*

Строительные и дорожные машины

Уточнение методики расчета гравитационного бетоносмесителя

Гирко М.Д.

Белорусский национальный технический университет

По классической теории, изложенной в учебной литературе, мощность приводного двигателя гравитационного бетоносмесителя подсчитывается по формуле

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta} = \frac{N_{\text{сум}}}{\eta},$$

где N_1 – мощность на подъем перемешиваемого материала; N_2 – на преодоление сил трения качения барабана по роликам; N_3 – на преодоление сил трения в подшипниках роликов:

$$N_1 = (0,85G_{\text{см}}h_1z_1 + 0,15G_{\text{см}}h_2z_2)n, \text{ Вт},$$

где $G_{\text{см}}$ – вес смеси в барабане, м; h_1 и h_2 – высота подъема смеси стенкой барабана и лопастями; z_1 и z_2 – число циркуляций за 1 оборот стенкой и лопастями.

После подстановки

$$N_1 = 2,825 G_{\text{см}} R n, \text{ Вт}.$$

Как показали расчеты, сумма ($N_2 + N_3$) не превышает 4...6% от $N_{\text{сум}}$. Поэтому расчет может быть упрощен, если ввести термин к п. д. барабана:

$$\eta_6 = \frac{N_2 + N_3}{N_1 + N_2 + N_3} \approx 0,94...0,96;$$

к п. д. привода барабана принимается $\eta_{\text{пр}} \approx 0,80...0,85$.

$$\text{Тогда } N_{\text{дв}} \geq \frac{N_1}{\eta_6 \cdot \eta_{\text{пр}}} = \frac{2,825 G_{\text{см}} R n}{\eta_6 \cdot \eta_{\text{пр}}}, \text{ Вт}.$$

Однако $G_{\text{см}} = V \rho g$, н

V – объем замеса в м³; плотность бетона $\rho = 2400 \text{ кг/м}^3$; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

После подстановки:

$$N_{\text{дв}} \geq \frac{66500}{\eta_6 \cdot \eta_{\text{пр}}} V R n, \text{ Вт. } n = \frac{0,25}{\sqrt{R}} \text{ об/мин, где } R - \text{ внутренний ра-}$$

диус барабана, м.

Комплект грузоподъемного оборудования для ремонта гравирен

Кобыренков В.М.* , Шавель А.А.
ЗАО «Белспецэнерго»*,

Белорусский национальный технический университет

Белорусский национальный технический университет совместно с ЗАО «Белспецэнерго» разработал комплект оборудования для ремонта гравирен. Комплект грузоподъемного оборудования включает кольцевой путь, устройство для подвешивания люлек и люльки. Конструкция кольцевого пути и способ его закрепления на оголовке гравирни позволяют вести ремонтные работы одновременно нескольким бригадам, находящимся в люльках как с наружной стороны стенки гравирни, так и с внутренней. Кольцевой путь представляет собой плоскую сборную металлическую конструкцию, образуемую поперечными радиальными балками и двумя кольцевыми двутаврами, прикрепленных при помощи болтовых соединений к радиальным балкам. Кольцевые двутавры являются ездовыми балками тележек устройства для подвешивания люлек. Устройство для подвешивания люлек выполнено в виде приводных тележек от полноприводной электротали, соединенных тягой. На каждую тележку дополнительно установлены пластины, к которым крепятся грузовой и страховочный канаты и канат поджатия люльки к стене гравирни. Люлька грузоподъемного оборудования представляет собой серийно выпускаемую люльку А-ЛН.200.000 дооборудованную, установленными с двух сторон, блоками, через которые пропущены канаты поджатия люльки и вспомогательными механизмами перемещения люльки по боковой наклонной части стены гравирни. Эти механизмы содержат приводные опорные колеса и используются в случае отставания скорости горизонтального перемещения люльки от скорости передвижения ходовых тележек. Люлька подвешивается к ходовым тележкам, перемещающимся по кольцевому пути, посредством двух канатов, снабженных пригрузами с каждой стороны люльки – грузового и страхового канатов.

Разработанный комплект оборудования позволяет обеспечить безопасную и эффективную работу при ремонте гравирен.

Проектирование стрел башенных кранов

Передня Л.И.

Белорусский национальный технический университет

Применяемые на башенных кранах балочные стрелы могут выполняться одноподвесными и многоподвесными. Масса многоподвесных стрел меньше, чем масса одноподвесных стрел. Однако наибольшее распространение получили одноподвесные стрелы. Это объясняется тем, что из-за статической неопределенности для безопасной и надежной работы требуется большая точность изготовления и тщательная регулировка натяжения подвесок.

В связи с ростом объемов высотного строительства возникла необходимость в башенных кранах с большой высотой подъема. С увеличением высоты башни крана уменьшается устойчивость крана против опрокидывания. Для обеспечения ее башню крана крепят к возводимому зданию.

Передвижные краны в этом случае превращаются в приставные, т.е. неподвижные относительно возводимого объекта. При сохранении рабочей зоны крана в этом случае требуется увеличение вылета. В кранах с балочной стрелой это достигается удлинением стрелы. Длина стрел стационарных кранов достигает 70 метров и более.

При оборудовании башенных кранов длинными стрелами приходится решать вопросы подвешивания стрел. Принятая при проектировании схема подвешивания во многом определяет нагрузки не только на стрелу, но и на башню как в рабочем состоянии крана, так и при монтаже и демонтаже крана.

В проекте производства работ на строящемся объекте «Минск-арена» было заложено использование башенных кранов со стрелой длиной 65м. Использовались краны изготовленные в РФ. При монтаже кранов имели место случаи разрушения стрел во время подъема стрелы.

В докладе вскрыты причины разрушения стрел. Они относятся не только к ошибкам проектирования стрел, но и к недочетам в руководстве по монтажу кранов. Автором доклада предложены рекомендации по устранению недостатков.

**Комплект машин
для заготовки биотоплива**

Соколовский Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Решение вопроса выбора технических средств для топливо-обеспечения энергетических установок на биомассе является важным и сложным процессом зависящим от большого количества условий.

Выбор технических средств для топливообеспечения осуществляется в несколько этапов:

- 1) исследование сырьевой топливной базы района;
- 2) выбор вариантов механизации заготовки древесного топлива;
- 3) определение технико-экономических показателей комплектов техники;
- 4) определение потребности в технических средствах по рассматриваемым вариантам с решением транспортно-логистической задачи;
- 5) выбор оптимального (оптимальных) комплекта(ов) машин.

При выборе вариантов механизации заготовки древесного топлива определение применяемых технических средств осуществляется:

- 1) на основании имеющейся техники у организации потребителя древесного топлива (что связано с необходимостью обеспечения ремонтпригодности и взаимозаменяемости технических средств);
- 2) на основании имеющегося опыта эксплуатации техники;
- 3) в соответствии с рекомендациями по рациональной области использования техники и эффективной области применения машин.

На основании данных о энергетической установке, заготавливаемом древесном сырье и технико-экономических показателях комплектов техники производится выбор оптимального (оптимальных) комплекта(ов).

Данная методика позволяет не только выбрать эффективный комплект машин для заготовки древесного топлива, и учесть альтернативные варианты решения поставленной задачи.

О возможности применения агрегатов дозирования при создании шасси технологического оборудования строительного комплекса

Котлобай А.Я., Котлобай А.А.

Белорусский национальный технический университет

Производители мобильных технологических машин активизируют усилия по созданию специализированных шасси. Наиболее активно используется гидравлический объемный привод ходового и технологического оборудования, позволяющий быстро создавать из широкой гаммы гидравлических аппаратов, представленных на рынке, любые структуры приводов.

Система гидравлических приводов ходового и технологического оборудования многофункциональной машины требует наличия в составе шасси насосной установки, обеспечивающей питание ряда гидромоторов, работающих в различных нагрузочных режимах.

Рациональным решением обеспечения независимой работы гидромоторов привода ходового аппарата и активных рабочих органов является использование многопоточной насосной установки на базе одного насоса, либо однопоточной насосной установки и агрегатов дозирования (делителей, сумматоров потока). Применение многопоточной насосной установки, состоящей из нескольких насосов и раздаточной коробки привода насосов от силовой установки существенно усложняет задачу создания шасси, поскольку, затраты на освоение механических систем приводов высокого уровня велики при малых сериях выпускаемой продукции.

Техническая реализация многопоточной насосной установки возможна на основе введения агрегата дозирования в структуру насоса, и создания гаммы многопоточных специализированных насосов.

Для привода ходового аппарата, и активных рабочих органов многофункциональной машины на базе многоосного полноприводного шасси может быть применен специализированный многопоточный насос, а для прицепной машины – однопоточный насос с приводом от ВОМ шасси и агрегат дозирования, установленный на прицепе.

О создании многопоточных гидравлических машин и агрегатов дозирования

Котлобай А.Я., Котлобай А.А.

Белорусский национальный технический университет

Мобильные многофункциональные машины строительного комплекса, выполняющие ряд технологических операций за один проход, оснащены единым силовым агрегатом, и многоагрегатной насосной установкой гидравлических приводов ходового и рабочего оборудования.

Компании – производители гидроаппаратуры, реализуя запросы рынка на создание многопоточных насосных установок, ведут разработки по пути создания систем приводов однопоточных модулей, не разрабатывая структурные схемы многопоточных модулей. Компания «Пневмостроймашина» предлагает многопоточные насосные гидроагрегаты, представляющие собой корпус с раздаточным редуктором и устанавливаемыми на него гидронасосами. Фирма «BOSCH-Rexroth» – серию сдвоенных гидравлических насосов переменной производительности A8VO, два насосных модуля и привод которого, выполнены в едином литом корпусе. Широко практикуется система установки ряда насосов на один вал.

На рынке представлены агрегаты дозирования – шестеренные делители, сумматоры потока, реализованные конструктивно на основе тандемирования шестеренных гидромашин.

Данное направление предпочтительно для производителей гидравлической аппаратуры, увеличивая объемы продаж, но не отвечает требованиям потребителей по ряду габаритных и ценовых параметров многопоточных насосных агрегатов.

Производители многофункциональных машин строительного комплекса, не располагая производственными мощностями по созданию систем приводов, вынуждены отказываться от реализации ряда технических проектов современного уровня.

Для активизации деятельности предприятий строительного машиностроения необходимо создать гамму компактных многопоточных насосов и агрегатов дозирования, разработать вопросы теории и практики их применения в системах приводов многофункциональных машин.

Техническая диагностика как фактор повышения качества эксплуатации строительных и дорожных машин

Гарост М. М., Гарост А. М.

Белорусский национальный технический университет

Для современных строительных и дорожных машин (СДМ) характерно объединение в одну систему механических устройств, элементов гидропривода и электроники, что обеспечивает более широкие возможности по управлению, адаптации к внешним воздействиям, а также по регулированию различных функций. Техническая политика передовых промышленных предприятий направлена на разработку и внедрение систем качества, соответствующих требованиям международных стандартов ISO 9000. В республике необходимость разработки и внедрения системы управления качеством эксплуатации строительных машин обусловлена требованиями межгосударственного стандарта ГОСТ 25646. Одним из наиболее перспективных путей решения этой проблемы является широкое внедрение в процесс эксплуатации СДМ средств и методов технической диагностики. Изучение состояния вопроса по обслуживанию машин в организациях департамента «Белавтодор» свидетельствует о том, что в целом прогрессивные требования ГОСТ 25044 по диагностированию СДМ в большинстве своем не выполняются. Для повышения показателей эксплуатационной надежности следует перейти от эксплуатации СДМ по наработке к эксплуатации по их фактическому состоянию, управляя техническим состоянием на основе диагностики. Для внедрения в практику технического диагностирования необходимо разработать научно-методическое обеспечение диагностирования СДМ. Важнейшим вопросом при разработке методического обеспечения диагностирования СДМ является аналитическое и экспериментальное обоснование элементов, подлежащих первоочередному диагностированию. Это объясняется отсутствием встроенных средств диагностики на СДМ предыдущих лет выпуска и низкой оснащенностью предприятий диагностическими средствами. От этого в дальнейшем зависит разработка совокупности диагностических параметров, последующий выбор методов и средств диагностики.

О расчете в соответствии с требованиями Правил усилий в гибких тяговых элементах грузоподъемных кранов

Савицкий В.П.

Белорусский национальный технический университет

19 января 2005 года в Республике Беларусь введены новые Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, далее Правила.

В связи с этим получилось, что все ранее проведенные в технической литературе расчеты усилий в гибких тяговых элементах оказываются заниженными, потому что в новых Правилах необходимо использовать грузоподъемность брутто. В эту величину входят четыре составляющих: полезная грузоподъемность, масса съемных грузозахватных приспособлений (обычно масса стропа из четырех ветвей канатных либо цепных), масса несъемных грузозахватных приспособлений (чаще всего это масса крюковой подвески) и масса подъемного средства (обычно масса свисающих стальных проволочных канатов). При столь уточненных расчетах для расчета КПД полиспастных систем нами рекомендуется к использованию и более точная формула, основанная на коэффициентах потерь в канатно-блочной системе. Точность получена из-за устранения допущения (которое имеет место в большинстве литературных источниках), при котором КПД блоков подвижных и неподвижных принимаются одинаковыми.

С целью оценки точности расчетов в соответствии с требованиями новых Правил, рассмотрен конкретный пример для электрической тали грузоподъемностью 12,5 т. При потребной статической мощности 8,97 кВт выбранный на 7,5 кВт электродвигатель проверен с использованием ЭВМ на нагрев с учетом грузоподъемности брутто и с учетом только полезной грузоподъемности, которая обычно берется в технической литературе. В программе учтено различное значение между КПД механизма подъема при подъеме и спуске одного и того же груза. Получены среднеквадратические по нагреву мощности 5,40 и 5,13 кВт. Таким образом, погрешность расчета составила 5%. Причем, данные из обычных литературных источников оказываются заниженными, что совершенно неприемлемо.

**Повышение устойчивости курсового движения
косопоставленного колеса**

Яцкевич В.В., Зелёный П.В.

Белорусский национальный технический университет

При выполнении технологических операций тяговыми машинами – универсально-пропашными тракторами, грейдерами и другими – их управляемые колеса вследствие поворота и наклона к опорной поверхности занимают сложное пространственное положение, которое в общем случае движения можно обозначить термином «косопоставленное колесо».

Взаимодействие косопоставленного колеса со сминаемой опорной поверхностью сопровождается трехмерной деформацией грунта – перемещением его частиц не только в продольной плоскости, но и поперечной, обусловленной боковой составляющей вертикальной нагрузки на колесо. Угол действия этой силы зависит от формы поперечного сечения шины, величины её радиальной и боковой деформации, физико-механических свойств грунта, которые в своей совокупности определяют форму фактического профиля шины в контакте с грунтом, величину поперечного смещения точки приложения результирующей всех сил (центра давления) и фактический угол наклона опорной поверхности в пятне контакта.

Тяговые показатели колеса, установленного с наклоном к деформируемой опорной поверхности, снижаются, причем наиболее интенсивно при углах наклона свыше 6...8 градусов из-за сокращения общей площади пятна контакта, уменьшения опорного давления во внешней периферийной зоне шины и возникновения боковой составляющей силы веса. Для обеспечения прямолинейного движения в условиях действия внешних боковых сил наиболее эффективна установка управляемых колес в косопоставленное положение. При этом угол поворота колеса при буксовании 12 – 16% составляет угол 9...18 градусов.

Дополнительно при прочих равных условиях наклон колеса к опорной поверхности способствует уменьшению необходимого угла их поворота. При равной величине развиваемой колесом боковой силы, нейтрализующей внешнее воздействие, соотношение углов поворота и наклона составляет 0,33 ... 0,50. Воз-

можно также установка шин передних управляемых колес по рисунку протектора на «обратный ход» по отношению к задним.

УДК 69.002.5-82

К вопросу создания комплекта машин для получения топливной щепы из древесных отходов, образуемых при расчистке полосы отвода автомобильных дорог

Вавилов А.В., Богданович В.В., Игнатович Д.С.
Белорусский национальный технический университет

Систематически, с целью обеспечения безопасности движения по автомобильным дорогам, пролегающим через лесные массивы, осуществляется расчистка полосы отвода от нежелательной растительности.

Применяемые технологии расчистки направлены на срезание растительности, ее сбор и уничтожение (причем почти все операции выполняются при помощи ручного труда). В тоже время, собрав ее и переработав в щепу можно получить большие объемы древесного топлива.

В результате исследования было доказано преимущество машин, обеспечивающих совмещение операций срезания, пакирования, сбора и вывозки древесной растительности к рубильной машине, оборудованной собственным бункером-накопителем топливной щепы для ее перегрузки в съемные контейнеры топливовоза.

Исходя из вышесказанного, можно изменить существующую схему работы на полосе отвода автомобильных дорог, а именно единожды установить рубильную машину в одну точку, удобную технологически у собранной в пачки древесины, что значительно сократит время на перебазировку и подготовку к работе измельчителя, т.к. резко сократиться количество перебазировок.

Все это, в конечном счете, приведет к увеличению производительности как отдельных машин, работающих по данной схеме, так и всего производственного процесса.

УДК 69.002.5-82

К вопросу повышения проходимости погрузочно-транспортного агрегата по вывозке древесного топлива для системы жилищно-коммунального хозяйства с труднопроезжаемых объектов

Вавилов А.В., Смоляк А.Н., Стома Д.С.

Белорусский национальный технический университет

Увеличение объемов лесоразработок в системе жилищно-коммунального хозяйства для получения древесного топлива требует применения техники с высокими тягово-сцепными характеристиками для доставки его с труднопроезжаемых объектов, так как на доступных участках ресурсы уже выработаны. Применявшиеся до недавнего времени трелевочные агрегаты на гусеничном ходу по природоохранным требованиям выводятся из эксплуатации в лесных угодьях. Доминирующее положение в данном направлении занимают погрузочно-транспортные агрегаты на пневмоколесном ходу.

Принимая во внимание относительно низкие тягово-сцепные характеристики колесных машин по сравнению с гусеничными предложен вариант создания активного гидропривода колес прицепного звена погрузочно-транспортного агрегата для повышения проходимости машины в целом. Привод всех колес полуприцепа при этом достигается за счет применения встроенных в колеса гидромоторов, работа которых осуществляется с помощью многопоточного гидронаса, работающего от вала отбора мощности тягача. В случае применяемых мотор-колес устраняется кинематическая связь между гидромотором и колесом, что упрощает конструкцию привода в целом.

УДК 621.87

Разработка способов монтажа башенных кранов с использованием монтажной обоймы

Симонян Л.М.

Белорусский национальный технический университет

Нарастающие темпы промышленного и гражданского строительства резко повысили востребованность башенных кранов. Приводится обоснованное наблюдениями заключение, что рас-

тущая потребность в кранах, в некоторой степени, может быть компенсирована сокращением времени на их монтаж.

Дан анализ существующих способов монтажа башенной части крана. Для снижения трудоемких монтажных операций, проводимых на значительной высоте, с тяжелыми башенными кранами, предложен способ наращивания башни осуществлять с использованием монтажной обоймы. При этом значительно упрощен приводной механизм для образования проема для наращиваемой секции. Двух барабанная лебедка замещается гидроцилиндрами. Нет необходимости в монтажной стойке (мачте) с 12-кратным канатным полиспастом.

Создание тяжелых башенных кранов, с учетом предлагаемых конструктивных дополнений, позволит вдвое сократить сроки монтажа и сократить число монтажников на трудоемких верхолазных работах. Немаловажен и тот факт, что уровень безопасного ведения работ значительно повысится.

Использование монтажной обоймы устраняет и негативную особенность способа монтажа с использованием монтажной мачты, при котором наблюдается принцип передачи силового потока кратчайшим путем, что провоцирует возникновение моментных нагрузок.

УДК.515.18

Математические и программные аспекты визуализации геликоидов в гомологии

Новиков А.А., Новиков Д.П., Скоробогатый В.А.
Белорусский национальный технический университет

В статье приведена зависимость вектор-функции, которая описывает винтовую поверхность наклонного конволютного геликоида

$$\bar{R}(u, \varphi) = \bar{i}(d \cos \varphi + (Dt \alpha \cos \varphi - \dot{D} \sin \varphi)u) + \\ + \bar{j}(d \sin \varphi + (Dt \alpha \sin \varphi + D \cos \varphi)u) + \bar{k}(k\varphi).$$

На примере этого уравнения разработана программа на языке Паскаль для построения указанных поверхностей с целью установления необходимых параметров для использования

геликоидов (шнеков) в различных условиях их эксплуатации. Получена линия пересечения поверхности геликоида плоскостью, которая проходит через его ось, и установлена зависимость кривой, которой она математически описывается, для определения радиуса кривизны с целью уменьшить силы сопротивления. Работа выполнена с помощью программы AutoCad.

УДК.624.132

Пабудова складаных геаметрычных паверхняў на прыкладзе эвальвентнага і канвалютнага гелікоідаў

Скарабагаты У.А, Тарашкевіч А.К.

Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт

У артыкуле праведзены аналіз спосабаў атрымання паверхняў шнекаў з мэтай пераўтварэння іх з транспартавальных у рэзальна-транспартавальныя, у якіх вуглы рэзання адпавядаюць аналагічным вуглам землярыйна-транспартных машын.

Разгледзена метадыка канструявання эвальвентнага і канвалютнага шнекаў, вызначэнне вугла рэзання (капання) і іх разгортка аднаго шагу паверхні.

Прапанаваны канвалютны шнек, у якога рэжучая кромка мае вугал рэзання аналагічны рабочым органам ЗТМ, такіх як аўтагрэйдэры, будьдозеры і інш.

Даследаванні паказалі, што ў канвалютнага шнека профіль напярочнага сячэння, перпендыкулярнага гелісе рэжучай кромкі, прадстаўляе сабой крывую пераменнага радыуса крывізны. Гэтая крывізна паверхні апісваецца ўраўненнем крывой другой ступені.

Паралельна прыведзена вызначэнне параметраў рэзальна-транспартавальных шнекаў аналітычным спосабам згодна з распрацаванай метадыкай.

Абгрунтаваны паніжэнне ўдзельнага супраціўлення рэзанню, навелічэння прызмы валачэння, а таму прадукцыйнасці рабочага органа ў цэлым.

Уся работа выканана з дапамогай камп'ютэрнага мадэлявання і з выкарыстаннем праграмы AutoCad.

Организация перевозок и дорожного движения

Рациональное использование ресурсов при создании логистических центров

Михальченко А.А.

УО «Белорусский государственный университет транспорта»

Современные тенденции экономического развития Республики Беларусь, направленные на экспортный ориентир промышленных предприятий наложили свои отпечатки и на функционирование её транспортной системы. Спецификой функционирования современных предприятий в стране заключается в том, что за исключением поставок калийных удобрений, практически все отраслевые предприятия работают на давальческом сырье и комплектующих изделиях.

В целях поднятия конкурентоспособности национальных перевозчиков в сложившейся ситуации возможны два варианта, принятые во многих странах: – участие представительства Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь на начальной (переговорной) стадии проектов производства и вывоза готовой продукции, что обеспечит включение национальных перевозчиков с использованием административных рычагов государства; создание и развитие транспортной логистики, интегрирующей все виды транспорта как на территории Республики Беларусь, так и за её пределами.

Эффективное управление ресурсами является элементом усиления конкурентоспособности каждого вида транспорта.

Для оздоровления системы управления ресурсами немаловажное значение может сыграть изменение правовой формы транспортных предприятий.

Анализ опыта многих стран показал, что лучшим вариантом является создание акционерного общества на государственной собственности, когда вся прибыль направляется в развитие без налогообложения (это и есть так называемая поддержка государства транспортных предприятий в хорошо развитых странах, и не в форме дотаций затрат).

В таком случае возможно активное повышение конкурентоспособности национальных перевозчиков как на собственном транспортном рынке, так и быть востребованными на рынках иностранных государств.

Скоростной трамвай как альтернатива метро

Тумилович В.Н.

Белорусский государственный университет транспорта

Применение скоростных трамвайных линий сопряжено, в городах, с определенными трудностями.

Дело в том, что трамвай, имея нулевую маневренность (невозможность обгона) вынужден следовать за впередиидущим трамваем. Средняя скорость передвижения трамвая по центру города, хотя и выше чем у автобуса (примерно 20 км/час), а у автобуса всего 18, но явно недостаточна для всевозрастающих требований к перевозкам пассажиров.

Во многих городах Российской Федерации, с целью лучшего использования свойств трамвая (возможность быстрого разгона и возможности рекуперации при торможении) применяют заглубление трамвайных линий под дорогу, при этом трамвай называют – метротрам.

Это дает возможность увеличить скорость примерно в два раза, однако это очень дорогое удовольствие.

Стоимость одного километра такого строительства сопоставимо со стоимостью строительства метро, а качество перевозок - намного хуже, чем в метро, по той простой причине, что габарит трамвая по ширине меньше, чем вагона метро.

Как по количеству перевозимых пассажиров, так и по качеству перевозок трамвай, безусловно, уступает метро, но превосходит троллейбус и автобус.

Наполняемость трамвая на протяжении маршрута не одинакова. При линейном (не кольцевом) маршруте имеет один или два пика загрузки примерно в середине маршрута, тогда как ближе к конечным остановкам сходит на нет.

Для сглаживания неравномерности применяют кольцевые маршруты, где пассажиронаселенность по всему маршруту более равномерна.

Однако все вышесказанное применимо для маршрутов городского транспорта в малых и средних городах.

Будущее за скоростным движением, но оно невозможно без слома старых стереотипов и без капитальных вложений.

**Постановка задачи структурного синтеза
железнодорожных станций**

Сафроненко А.А.

Белорусский государственный университет транспорта

Повышение скорости и качества проектирования железнодорожных станций возможно путем реализации нисходящего принципа проектирования: от структуры станции к конкретному путевому развитию. Первой стадией проектирования при таком подходе является проектирование структуры станции.

Согласно современной методологии автоматизированного проектирования целью проектирования является синтез работоспособной системы, отвечающей заданной функциональности. Процесс синтеза является сложной задачей, в ходе выполнения которой выделяют ряд самостоятельных проектных стадий. Первой из таких стадий является структурный синтез, в ходе которого определяется структура проектируемой системы.

Результатом структурного синтеза железнодорожной станции являются структурные схемы станции. Они отражают взаимное расположение станционных подсистем и множество существенных связей между ними. При этом структурные схемы станции должны отображать такие схемные решения, которые соответствуют заданной в техническом задании функциональности.

На основании структурного синтеза представляется возможным не только проектировать новые станции, но и анализировать путевое развитие и осуществлять репроектирование существующих станций. При осуществлении анализа существующего путевого развития или репроектирования алгоритм повторяется с тем лишь изменением, что вместо компоновки подсистем производится формализация взаимного размещения существующих подсистем станции.

Реализация структурного синтеза железнодорожных станций может послужить основой для формулировки единых рекомендаций по определению структуры станции.

При этом нормы проектирования будут касаться лишь проектирования путевого развития и технического оснащения конкретных подсистем.

**Разработка методологии прогнозирования аварийности
в дорожном движении**

Капский Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Аварийность в основном зависит от четырех групп факторов – человек, автомобиль, дорога, организация дорожного движения. Борьба с аварийностью должна вестись по всем этим направлениям с использованием самых разнообразных методов и средств. И здесь особую значимость приобретает прогнозирование аварийности, позволяющее принимать оптимальные решения.

Прогнозирование аварийности является составной частью работ по оценке качества дорожного движения. Для снижения аварийных потерь необходимо каждое решение по организации дорожного движения оценить и оптимизировать по вероятным последствиям, в первую очередь, по аварийности. Но для этого нужны такие методики прогнозирования, которые бы могли адекватно реагировать на любое изменение характеристик движения, причем не только на реальном, но и на проектируемом объекте.

Проанализированы четыре основные группы методов прогнозирования аварийности – статистическая, конфликтных ситуаций, потенциальной опасности и экспертная. Разработана методология их применимости в дорожном движении. Дан анализ возможности оценки и прогнозирования аварийности на различных участках улично-дорожной сети.

Наиболее перспективным для прогнозирования аварийности на конфликтных объектах представляется метод конфликтных зон, входящий в группу методов потенциальной опасности, и позволяющий делать прогноз как на существующих, так и на проектируемых объектах. Этот метод, разработанный в БНТУ, при построении прогноза учитывает более 100 различных факторов и позволяет прогнозировать не только количество аварий, но и тяжесть их последствий. Углубленная проработка метода и адаптация его к перекресткам с локальным светофорным регулированием показала высокую эффективность и пригодность к практическому использованию.

Автоматизация проектирования организации дорожного движения

Мозалевский Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Проблемы автоматизации проектирования транспортных объектов широко известны и их решение насущно до сих пор. При этом особое внимание, как правило, уделяется именно автоматизации проектирования организации дорожного движения.

Разработана типовая структура информационной базы. Проводится модульное создание компьютерного комплекса.

Планируется, что пользователь системы будет иметь возможность вычертить (отредактировать или внести коррективы) карту участка улично-дорожной сети с нанесенными ТСОДД, перечень которых определяется полем фильтров (запросов), заявленных к исполнению. Карта отображается по отдельным элементам (объектам) с необходимым уровнем детализации (названия улиц, контуры домов, опоры освещения, контуры светофоров и дорожных знаков и т. п.), наносимыми на нее в качестве дополнительной послылой подосновы, готовится и заполняется Исполнителем в рамках данного договора или по отдельному договору (стоимость данных работ оговаривается с Заказчиком отдельно и не входит в данный объем работ).

Конечно, не все функции предложенного комплекса сейчас реализованы, но уже сейчас можно констатировать, что его внедрение позволит:

- снизить трудоемкость и повысить оперативность учета текущей хозяйственной деятельности СМЭП, учета расходных материалов;

- повысить оперативность деятельности служб по организации и управлению движением, а также эффективность и рентабельность работы СМЭП;

- снизить трудоемкость сбора, обработки и хранения информации, используемой в деятельности СМЭП, в систематизированном и удобном для пользователя виде;

- снизить временные затраты и формализовать функции расчета и проектирования конфликтных объектов.

Холупов О.В.

Транспортная инспекция Минтранса Беларуси

Деятельность любого предприятия сопровождается созданием множества документов. Ежедневно мы выпускаем и подписываем десятки и сотни приказов и распоряжений, договоров и протоколов, писем и факсов и т.п. Многие из этих документов – однотипные по своей форме, и нам приходится создавать их снова и снова.

С течением времени возникает необходимость автоматизировать процедуру создания и заполнения таких однотипных документов. Можно создать программу для хранения и манипуляции основными данными, которые используются для заполнения документов, можно создать в Microsoft Word шаблоны типовых документов. Обеспечить взаимодействие собственной программы с Microsoft Word позволяет технология COM (англ. Component Object Model – Объектная Модель Компонентов). COM – это технологический стандарт от компании Microsoft, предназначенный для создания программного обеспечения на основе взаимодействующих распределенных компонентов, каждый из которых может использоваться во многих программах одновременно. На основе COM создано множество других технологий: Microsoft OLE Automation, ActiveX, DCOM, COM+, а также XP COM.

Стандарт COM разработан корпорацией Майкрософт как основа для развития технологии OLE. Технология OLE позволяет создавать «составные документы» (англ. compound documents): например, в пакете Microsoft Office эта технология позволяет включать диаграммы Microsoft Excel в документы Microsoft Word.

В результате применения стандарта COM унифицируется процесс создания, внедрения и связывания внедряемых объектов, а также стандартизируется разработка приложений, использующих внедряемые объекты. Для практической работы разработана библиотека объектов, которая подключается к различным программам и осуществляет взаимодействие с любым объектом пакета Microsoft Office.

Проблемы экспедитора на рынке транспортно-экспедиционных услуг

Холупов В.С., Холупов О.В.*

Белорусский национальный технический университет

Транспортная инспекция Минтранса Беларуси*

В настоящее время на рынке образовалось большое количество мелких экспедиторов. Понятие ответственности, как и знание законодательства, у большинства таких экспедиторов является лишь видимостью. Такие экспедиторы активно действуют на рынке и предпочитают работать со всеми подряд.

Крупные экспедиторы в конкуренции с мелкими не выдерживают демпинга цен. Одной из причин является то, что они не могут позволить себе использовать непроверенных перевозчиков. Внутри у экспедитора также существует проблема, когда научившийся молодой менеджер решает сделать собственную экспедицию и уводит с собой часть клиентов, ранее доверенных ему руководством.

Грузовладелец использует экспедитора исключительно как наемного подрядчика, а не как стратегического партнера. Это не дает возможности экспедитору планировать работу, организовать взаимодействие, повышать свою надежность.

Основными причинами возникающих трудностей в отношениях между грузовладельцем и экспедитором являются: различия в интересах; отсутствие взаимного доверия; различия в стратегических целях; отсутствие у экспедитора понимания проблем грузовладельца; отсутствие у грузовладельца понимания проблем экспедитора; ошибки грузовладельцев в подборе экспедитора.

Партнерство грузовладельца и экспедитора подразумевает прозрачность отношений. В результате партнерства экспедитор не должен разориться, а развиваться вместе с грузовладельцем. Он должен иметь гарантии того, что разработав систему доставки груза, не будет отстранен от ее реализации. Необходимо преодолеть недоверие, понимая, что в бизнесе выигрывают отношения, построенные на долговременном, партнерском и стратегическом сотрудничестве двух равных участников процесса.

Разработка новой редакции Правил автомобильных перевозок пассажиров

Седюкевич В.Н., Коровайкин Ю.В.*

Белорусский национальный технический университет
Минтранс Беларуси*

В соответствии Законом Республики Беларусь "Об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках" от 14 августа 2007 г. № 278-З разрабатывается новая редакция Правил автомобильных перевозок пассажиров (далее – Правила).

В проекте новой редакции Правил:

уточнена терминология по автомобильным перевозкам пассажиров;

частично изменено отнесение городских автомобильных перевозок пассажиров к скоростному и экспрессному регулярному сообщению;

изменены и в большей степени дифференцированы требования к водителям автобусов;

введено дополнительное обозначение маршрутов автобусов, по которым выполняются перевозки пассажиров в регулярном сообщении транспортом, не относящимся к транспорту общего пользования, и упрощено оформление паспорта маршрута; определены перевозки пассажиров маршрутными такси;

введено оформление заказ-наряда на перевозки пассажиров по договору фрахтования, установлено ограничение до трех на число фрахтователей, одновременно фрахтующих автобус М₂ или легковой автомобиль, а также определены форма заказа на разовую перевозку по договору фрахтования и форма заказ-наряда на фрахтование и порядок ее заполнения;

заданы условия, при которых систематические перевозки должны выполняться как перевозки в регулярном сообщении;

установлены требования по обеспечению безопасного выполнения автомобильных перевозок пассажиров.

Принятие новой редакции Правил позволит повысить безопасность и эффективность автомобильных перевозок пассажиров за счет изменения отдельных положений и норм, в том числе на основе создания условий для добросовестной конкуренции между перевозчиками.

Некоторые вопросы применения искусственных неровностей в Республике Беларусь

Коржова А.В., Врубель Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

Развитие автомобилизации привело к значительному росту аварийности, ставшим в ряде стран в ряде стран национальной проблемой. Тогда стали искать и находить способы принудительного ограничения скорости.

К одному из них, психологического принуждения, относятся различные устройства, создающие у водителя психологическую потребность снижения скорости.

В БНТУ уже проведены предварительные исследования эффективности применения искусственных неровностей и известны предварительные результаты, в кратком изложении, приведена сущность этих результатов.

Суммарная (общая) эффективность применения искусственных неровностей может быть определена в результате специальных расчетно-экспериментальных исследований, выполненных в направленности, указанной в Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь.

Предстоит подтвердить, уточнить, либо опровергнуть выводы, сделанные на основании проведенных ранее в БНТУ предварительных исследований, которые дают негативную оценку эффективности и целесообразности применения искусственных неровностей на улицах и дорогах в подавляющем большинстве типовых ситуаций.

Что касается эффективности применения шумовых полос и шумовой разметки, то даже предварительных исследований по этому вопросу в БНТУ не проводилось.

Поскольку эти технические средства регулирования направлены не на принудительное снижение скорости, а на дублирование информирования водителя о складывающейся дорожно-транспортной ситуации, то применение их в некоторых типовых ситуациях вполне обосновано.

Одной из задач предстоящих исследований является, кроме оценки эффективности применения, определения круга типовых ситуаций, где их применение целесообразно.

Исследование конструктивных параметров дорожных светофоров в Республике Беларусь и за рубежом

Кот Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Для государств Европы основным нормативным документом, регламентирующим применение дорожных светофоров и их базовые характеристики, является Конвенция о дорожных знаках и сигналах 1968 г. (с последующими изменениями и дополнениями). Республика Беларусь является государством - участником указанной Конвенции, поэтому нормативные акты нашего государства не должны противоречить положениям Конвенции.

Основные отличия светофоров в европейских странах относятся к использованию дополнительных секций (обозначение режима конфликтного движения при повороте, предупреждение о выключении разрешающего сигнала) и к светофорам, регулирующим движение маршрутных транспортных средств, сигналы которых не регламентированы Конвенцией.

В государствах Северной Америки транспортные светофоры отличаются от европейских стран значением некоторых сигналов и способами размещения дополнительных секций. Пешеходные светофоры полностью отличаются по компоновке, форме и цвету сигналов.

В государствах Азии и Австралии компоновка и сигналы транспортных светофоров в основном соответствуют применяемым в США, а пешеходные светофоры – применяемым в Европе.

Дан анализ особенностям применяемых светофоров в Российской Федерации, Латвии и Украине, Эстонии, Польше, ФРГ, Швейцарии и др.

В Республике Беларусь дорожные светофоры соответствуют Конвенции о дорожных знаках и сигналах. Поэтому при разработке нового нормативного документа необходимо дополнить классификацию новыми типами светофоров, а также целесообразно включение в перечень дополнительного оборудования, применяемого с дорожными светофорами, указателей скорости и специальных табло на железнодорожных переездах.

Совершенствование конструкции дорожных светофоров в Республике Беларусь

Кот Е.Н., Карпилович В.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Целью выполнения работ является создание дополнительной секции для предотвращения несанкционированного движения в направлении правоповоротной секции, а также заблаговременной подачи информации водителю о начале движения в направлении правоповоротной стрелки.

Задача решается за счет того, что в дорожном светофоре с дополнительной секцией, состоящем из трех основных соединенных между собой секций светофора, каждая из которых содержит корпус с крышкой, противосолнечный козырек, рассеиватель и светоблок круглой формы, содержащий размещенные на плате светодиоды по цвету соответствующие зеленому, желтому и красному сигналам, и дополнительной правой секции, размещенной на уровне основной секции зеленого сигнала, и содержащей корпус с крышкой, противосолнечный козырек, рассеиватель, светоблок круглой формы со светодиодами зеленого цвета, расположенными в виде стрелки в средней части печатной платы, светоблок дополнительной секции снабжен светодиодами красного цвета, размещенными по внешнему периметру платы в виде наружного кольца, и светодиодами желтого цвета, размещенными в виде внутреннего кольца.

Использование предлагаемых дорожных светофоров с дополнительной секцией позволит реализовывать конфликтные и бесконфликтные схемы организации пешеходного и транспортного движения, повысит информативность светофорной сигнализации и видимость сигналов светофоров, и, тем самым снизить аварийность транспортно-пешеходных потоков.

Необходимо отметить, что данное положение может быть перенесено и на организацию левоповоротного движения как при конфликте между транспортными и пешеходными потоками, так и при транзитными и левопоротными транспортными потоками. Данное положение внесено в стандарт СТБ 1300 – 2007 и не противоречит Конвенции о дорожных знаках и сигналах 1968 г.

Развитие задачи моделирования системы парковок

Куприянова А.Б., Левашев А.Г.

Иркутский государственный университет (Россия)

Одним из наиболее эффективных способов изучения области паркования является моделирование системы парковок. В настоящее время в рамках диссертационных исследований на базе Транспортной лаборатории ИрГТУ (*TLISTU*), разработана модель системы парковок, обслуживающей центральную часть города (на примере Иркутска). Центральная часть города находится в зоне пешеходной доступности и имеет приоритет общественного транспорта. Владельцы индивидуального транспорта при этом имеют возможность оставлять транспортные средства на границе центральной части города, для чего предусмотрена система внеуличных стоянок, расположенная по границе центральной части.

При разработке модели за основу была принята оптимизационная модель, предложенная R. Arnott и J. Rowse. Оптимальное состояние транспортной системы, обслуживающей центр, определяется как минимум затрат времени населения на передвижения в центр.

Данная оптимизационная задача имеет смешанные ограничения. В качестве конкурирующих способов передвижения предлагается применять передвижения с использованием общественного транспорта ($q=1$) и передвижения с использованием индивидуального транспорта и системы перехватывающих стоянок ($q=2$).

Оптимизационной задачей является минимизация общих затрат времени на передвижения в центр с использованием обоих видов транспорта.

В настоящее время моделирование системы парковок, включая случаи приоритетного движения общественного транспорта, является одним из наиболее интересных и актуальных направлений в области развития теории транспортных сетей городов.

На данном этапе исследования предполагается разработать достаточно полную модель, позволяющую рассматривать задачи оптимизации транспортного обслуживания центра города с позиции затрат времени населения.

Регрессионная оценка матриц корреспонденций с использованием данных замеров потоков на сети

Шарова М.И., Лагерева Р.Ю., Михайлова А.Ю.
Иркутский государственный университет (Россия)

Задача оценки матриц корреспонденций по замерам потоков на сети достаточно известна и исследовалась многими авторами на протяжении 30 лет. Решение данной задачи рассматривается в руководстве НСМ. Оценка матриц по замерам потоков описана в руководствах целого ряда программ Aimsun и др.

В России данную задачу решали для пассажиропотоков, на основе замеров пассажирообмена на остановочных пунктах. Поскольку в России нет нормативов и руководств, требующих проводить регулярных транспортных обследований, при выполнении различных транспорт проектов часто возникает ситуация когда надо использовать данные разных транспортных обследований, при этом возникает проблема ошибок (невязки) между данными.

Изучалась задача восстановления матриц корреспонденций для коридора, аналогичная НСМ. Для получения начального приближения вектора корреспонденций, нами используется гравитационная модель. В процессе исследований свойств примененного метода установлено, что важнейшим инструментом повышения точности являются двухсторонние ограничения накладываемые на вектор оцениваемых корреспонденций и вектор ошибок регрессий. В случае применения задачи линейной оптимизации со смешанными ограничениями сохраняется сходимость при ошибках достигающих 30%. При этом установлено, что сходимость достигается на 2-3 итерации. С математической точки зрения, нами предложен новый приём регрессионной обработки.

Успешное применение робастной регрессии для случая транспортного коридора, стало причиной продолжения исследования. В настоящее время исследуется метод робастной регрессии для оценки существующей матрицы корреспонденций целой сети города с использованием старой матрицы и замеров потоков. Точность обновления матрицы выполняется сравнением её с матрицей, полученной с использованием пакета VISUM.

Видеонаблюдение как способ получения экспериментальных данных при расчете пропускной возможности остановочных пунктов городского пассажирского транспорта

Зедгенизов А. В.

Иркутский государственный университет (Россия)

Совершенствование условий движения городского пассажирского транспорта (ГПТ) в современных городах требует применения целого комплекса архитектурно-планировочных и технических мероприятий. Одним из основных мероприятий является использование прогрессивных методов расчета и проектирования элементов улично-дорожной сети, с целью обеспечения необходимой пропускной возможности. Пропускная возможность линий ГПТ обычно ограничивается пропускной возможностью остановочных пунктов. Был разработан программный продукт «time-convert», на основе приложения «Microsoft Access». При наличии большого количества обследований каждая операция над данными (занесение в таблицу, преобразование) будет занимать значительное количество времени. Однако возникающие ошибки при внесении данных в электронную таблицу Excel легко устранять, связано это с тем, что интересующие данные, а именно время обслуживания пассажиров и время освобождения остановочного пункта вычисляются из разности моментов. В частности, время освобождения остановочного пункта определяется как разность момента слияния с общим потоком движения и моментом трогания, а время обслуживания пассажиров, как разница между моментами трогания и прибытия. Если обработчик совершил ошибку при внесении данных, то разница между двумя событиями будет неадекватной, что легко проверить функцией «фильтр» в Excel.

После того, как все видеоданные обработаны, следующим этапом является их трансформация с целью группировки по различным критериям, например, по классам транспортных средств. Полученные значения, основных параметров по описанной последовательности будут отличаться особой точностью, по сравнению, с классическими методами обследований, что, несомненно, наилучшим образом отразится на качестве расчетов и проектирования остановочных пунктов.

Пути реализации Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь

Врубель Ю.А., Капский Д.В.

Белорусский национальный технический университет

В 2007 году разработан План мероприятий по реализации Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь, в котором предусмотрены работы по пунктам 2.4.1. «Внедрить системы маршрутного ориентирования в городах с населением численностью более 100 тыс. человек и модернизация систем маршрутного движения в г. Минске, Витебске, Бресте, Гомеле, Гродно, Могилеве, а также в данных областях (проекты схем маршрутного ориентирования)»; 2.4.2. «Разработка Руководства по организации дорожного движения» и 2.4.3. «Разработка методики определения потерь в дорожном движении» со сроками исполнения 2007–2010 г.г.

Также предусмотрены прогнозные исследования воздействия различных факторов на безопасность дорожного движения (основные закономерности), исследование эффективности применения технических средств организации дорожного движения (ТС ОДД) (шумовые полосы, искусственные неровности и т.д.); разработка ТКП (или СТБ) «Системы ориентирования на автомобильных дорогах и улицах населенных пунктов» и др.

Необходимо отметить, что за отчетный период велась подготовительные работы силами НИЦ дорожного движения БНТУ к проведению прогнозных исследований воздействия различных факторов на безопасность дорожного движения.

Совместно с отделом научно-методического обеспечения ГАИ МВД Республики Беларусь (руководитель темы от ГАИ – к.т.н. подполковник милиции Сушко А.А.) НИЦ дорожного движения БНТУ ведет подготовку к публикации печатной продукции, направленной на профилактику аварийности среди детей.

При обеспечении надлежащего требуемого финансирования разделы ПЛАНА мероприятий по реализации Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь университетом будут выполнены в полном объеме.

Описание алгоритма оптимизации сдвигов при координированном регулировании

Навой Д.В., Рожанский Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Алгоритм оптимизации сдвигов при координированном регулировании предлагается использовать в автоматизированных системах управления дорожным движением (АСУДД) третьего поколения (управление в реальном масштабе времени).

Функциями алгоритма оптимизации сдвигов являются: анализ оптимальности сдвигов и модификация базового плана координации.

Исходными данными служат номер исходного (базового) плана координации, импульсы интенсивности по перегонам магистрали, номер дорожного контроллера (ДК), время включения оптимизируемой фазы на этом ДК и номер ДК, относительно которого оптимизируется время включения фазы (входной ДК).

Реализация алгоритма оптимизации сдвигов возможна только при наличии на периферийном уровне детекторов транспорта. Наибольшая эффективность достигается при установке детекторов транспорта в ключевых точках улично-дорожной сети, с учетом транспортно-пешеходной нагрузки.

Для исследования эффективности алгоритма оптимизации сдвигов на Логойском тракте в г. Минске установили на ключевых пересечениях Логойского тракта с улицами Карбышева, Калиновского, Волгоградской. Реализация алгоритма оптимизации сдвигов при изменении транспортной нагрузки по времени суток, дням недели, временам года позволила снизить величину потерь от задержек и остановок транспорта в среднем на 18%.

По результатам исследования рекомендовано использовать алгоритм оптимизации сдвигов в период опытной эксплуатации и при смене времен года для разработки карт времени и оптимизации планов координации в реальном масштабе времени с целью модификации базовых планов координированного управления.

Управление магистральным дорожным движением

Навой Д.В., Рожанский Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Под управлением магистральным дорожным движением понимается совокупность управляющих воздействий определяющих управление дорожным движением по магистральной улице. Перечень, параметры и условия применимости управляющих воздействий для реализации принципа магистрального движения определенным образом регламентированы.

Понятие магистрального движения приведено в источнике, и звучит как «безостановочное, безманевровое движение транзитных (т.е. “прямых”, в отличие от “поворотных”) потоков с предписанной скоростью в пределах 50-70 км/ч по специально выделенным полосам». На этих полосах единственным разрешенным маневром является перестраивание (смена полосы) без изменения скорости транспортного потока. Все маневры осуществляются только со специально выделенных поворотных полос. Остановки общественного транспорта организованы в заездных карманах, примыкающих к поворотным полосам. Координация выполнена таким образом, что плотная координированная пачка машин проходит все без исключения перекрестки с ходу. Скорость на перегоне жестко предписывается специальными указателями скорости, связанными с сигналами светофоров и способными выдавать переменную информацию.

В соответствии с действующим законодательством под магистральными улицами понимаются улицы, обеспечивающие выходы на сеть автомобильных дорог общего пользования, транспортные связи с центром поселения и между отдельными жилыми, промышленными и коммунально-складскими районами. Рассматриваемая идеология управления магистральным движением соответствует обозначению А, улицы общегородского значения, имеющей пересечения в одном уровне с регулируемым движением, количеством полос 4,6,8 и расчетными скоростями в свободных условиях – 80км/ч, в стесненных условиях – 60км/ч. Таким образом, не все магистральные улицы, рассматриваемые в действующих нормативах подпадают в полной мере под идеологию магистрального движения.

Влияние остановочного пункта трамвая на производительность перекрестка

Кустенко А.А.

Белорусский национальный технический университет

Цель – провести анализ влияния расположения остановочного пункта на пропускную способность перекрестка. Задача – определить влияние остановочного пункта на перекрестке.

Важное значение имеет размещение остановочного пункта. Существуют нормативы, ограничивающие протяженность перегона в пределах приблизительно 300-700 м, что приводит к некоторым затруднениям при расположении остановочного пункта.

Размещение остановочного пункта трамвая на обособленном полотне не представляет особых трудностей. Они, как правило, располагаются перед перекрестками, потому что трамвай безопаснее обходить спереди. При этом возможно совмещение остановочного пункта трамвая и встречного автобуса(троллейбуса)– для трамвая это перед перекрестком, для автобуса(троллейбуса) - за перекрестком.

При размещении трамвайных путей посередине проезжей части остановочный пункт может быть оборудован посадочной площадкой, конструктивно выделенной над проезжей частью. Преимуществом таких остановочных пунктов является относительная защищенность пешеходов, ожидающих посадки или сошедших с трамвая, а также возможность переходить проезжую часть в тот момент, когда на ней нет машин. Недостатком их является сужение проезжей части, что снижает производительность перекрестка и увеличивает вероятность наступления конфликтной ситуации между выходящими пассажирами и транспортным потоком.

При отсутствии посадочной площадки, происходит задержка транспортного потока при посадке - высадке пассажиров, что негативно сказывается на всем дорожном движении.

Рассмотрено влияние остановочного пункта трамвая расположенного на проезжей части на производительность перекрестка. Рассчитаны экономические потери от расположения данного остановочного пункта перед перекрестком.

Анализ транспортной планировки районов селитебной застройки в г. Минске

Ступенёв А.М.

Белорусский национальный технический университет

Планировочная структура – схематизированная модель взаимосвязей планировочных элементов, определяющая особенности пространственной реализации основных функций жизнедеятельности населения на территории поселений и пригородных зон. Она обеспечивает оптимальное размещение и взаимосвязь функциональных зон города.

Населенная часть города, состоящая из жилых районов, центр которых – ядро каждого района, в котором сосредотачиваются все необходимые культурно-социально ориентированные учреждения. Зоны планировочных поясов: центральная (центральный пояс), городское ядро; срединная (средний пояс), периферийная (периферийный пояс); переходная, пригородная.

Сложившиеся структурно-планировочные элементы являются резервом комплексной градостроительной реконструкции поселений. Застройка их территорий, размещаемых в пределах административных границ поселений, осуществляется, в первую очередь, на не эффективно используемых землях, а также на территориях с наибольшим удельным весом морально и физически изношенного жилищного, общественного и производственного фонда, за счет их реконструкции и уплотнения.

В исторических поселениях сохраняют историческую планировочную структуру и архитектурный облик, предусматривая их обновление в рамках специальных программ реконструкции исторических районов, с целью сохранения особенностей национальной градостроительной культуры и традиций.

Планировку и застройку крупных и больших городов осуществляют совместно с планировкой их пригородных зон. Пригородная зона выделяется на основе анализа особенностей системы расселения, народно-хозяйственного профиля города и его окружения.

Таким образом, проанализированы схемы улично-дорожной сети городов с различными принципиальными геометрическими особенностями.

Расчет уравнения оптимальной вместимости автобусов

Скиркоцкий С.В.

УО «Белорусский государственный университет транспорта»

Оптимальное значение пассажировместимости единицы пассажирского транспортного средства определяется формулой

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{2Q_{пч.ср} \cdot k_{нер} \cdot (l_o a_{км1} + a_{ч1}(l_o / v_{то} + t_{ок}))}{C_{пч} \cdot \eta_{см}}}$$

где $Q_{пч.ср}$ – среднечасовой пассажиропоток на наиболее загруженном участке маршрута по периодам, $\eta_{см}$ – средний коэффициент сменности пассажиров за один рейс пассажирского транспортного средства на маршруте; $k_{нер}$ – коэффициент неравномерности пассажиропотока по участкам маршрута за оборот пассажирского транспортного средства, l_o – длина оборота на маршруте, км, $a_{км1}$, $a_{ч1}$, – параметры зависимостей $s_{км} = a_{км1} + a_{км2}q$, $s_{ч} = a_{ч1} + a_{ч2}q$.

По данным АПН№6 г. Гомеля сформированы исходные данные для расчета.

Таблица 1– Затраты на 1 км пробега и 1 час работы автобусов различной вместимости

| Показатель | Значение показателя по маркам | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|-------|---------|---------|-----------|--------|-------|--------|-------------|
| | МАЗ 105 | ИК280 | МАЗ 104 | МАЗ 103 | ЛАЗ 42021 | ИК 260 | МАН | Богдан | Газель 5673 |
| q | 170 | 120 | 110 | 100 | 83 | 75 | 70 | 45 | 15 |
| $C_{км}$ | 1083 | 810 | 958 | 958 | 754 | 740 | 568 | 362 | 224 |
| $C_{час}$ | 14851 | 14263 | 13064 | 13064 | 10082 | 10490 | 10574 | 8956 | 7151 |

Получены зависимости затрат на 1 км пробега и 1 час работы автобусов от вместимости транспортного средства и определим уравнение зависимости $S_{км} = f(q)$ $S_{ч} = f(q)$. Рассчитать затраты на 1 км пробега транспортного средства на маршруте позволяет зависимость $S_{км} = 201,9 + 5,89q$; на 1 час работы транспортного средства на маршруте – $S_{ч} = 6595 + 54,74q$ (параметры зависимостей для расчета оптимальной вместимости $a_{км1} = 201,9$, $a_{км2} = 5,89$, $a_{ч1} = 6595$, $a_{ч2} = 54,74$).

Анализ аварийности в зоне остановочных пунктов маршрутного пассажирского транспорта

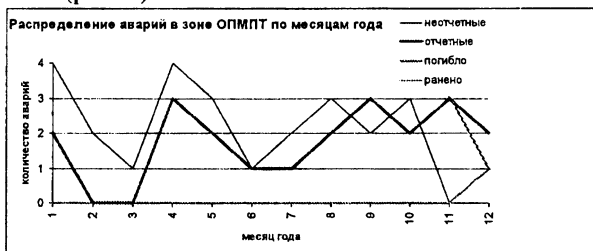
Самойлович Т.Н.

Белорусский национальный технический университет

Для анализа аварийности в зоне остановочных пунктов маршрутного пассажирского транспорта были изучены остановочные пункты Советского района г. Минска. Всего в районе 120 остановочных пунктов наземного дорожного маршрутного пассажирского транспорта. Из них: 9% расположены перед перекрестком, 69% расположены за перекрестком, 22% расположены на перегоне. От общего количества 14% – с переходно-скоростной полосой, 13% – с карманом, 2% – со стоянками перед остановочным пунктом, 6% – со стоянками за остановочным пунктом, 8% – с нерегулируемыми пешеходными переходами.

В ходе анализа аварийности определили, что среди общего числа отчетных аварий, аварии в зоне остановочных пунктов маршрутного пассажирского транспорта составляют 20%, а среди общего числа неотчетных аварий аварии в зоне остановочных пунктов маршрутного пассажирского транспорта занимают 2%. Итого в год происходит примерно 20-30 отчетных аварий и такое же количество неотчетных. При этом получают травмы примерно 20-30 человек, погибают 2-3 человека.

При рассмотрении динамики изменения аварийности по месяцам, дням недели, часам суток получили следующие распределения (рис. 1).



Анализ показал, что наиболее аварийно-опасными являются остановочные пункты, расположенные в зоне большого пешеходного потока, объект тяготения которого расположен на противоположной стороне.

Очеретенко С.В.

Харьковский национальный архитектурно-дорожный университет
Харьков, Украина

Эффективное применение положений теории транспортного потока в практических целях становится возможным только в том случае, когда теоретические представления приобретают конкретный и точный характер в количественной форме. Для определения количественных соотношений заменим обычные переменные транспортного потока величинами комплексного типа, которые составлены из тех же переменных, но в определенных сочетаниях, зависящих от природы транспортного потока. Комплексные переменные являются обобщенными переменными и определяются на основе теории размерностей или метода обобщенного анализа.

Критерии параметрического типа, представляющие собой простые отношения одноименных параметров, и критерии комплексного типа, объединяющие в себе разнородные параметры.

Относительные переменные представляют собой частные от деления переменных на постоянные параметры. На указанной основе определены обобщенные критерии P_n , которые в дальнейшем используем и в качестве параметров, и в качестве переменных транспортного потока, представив их произведением различных степеней безразмерных величин. При этом в качестве основных единиц измерения транспортного потока примем фундаментальные измерители: автомобиль $[A]$, чем обобщается его геометрические и динамические параметры; протяженность $[L]$, (метры, км) дороги, автомобиля, динамического габарита, поперечного сечения дороги и т.д.; время $[T]$, (с, час).

Размерность любой величины выразится через основные единицы измерения, т.е. $[p_i] = [L]^a [A]^b [T]^c$, $i = 1, 2, \dots, n$. Чем меньше число параметров, определяющих изучаемую величину в транспортном потоке, тем больше ограничена форма функциональной зависимости и тем проще будет вести исследование.

Рассмотрено ряд задач транспортного потока в целях установления обобщенных критериев, характеризующих состояние транспортного процесса.

Исследование программно-технических методов разработки навигационных карт при использовании gps-навигации

Андреев А.Я., Мочалов В.В.

Белорусский национальный технический университет

При выборе спутникового GPS навигатора необходимо определиться, из какой группы необходим GPS навигатор.

Компактные приборы, которые легко ложатся в ладонь, могут переноситься в кармане. К этой группе можно отнести серию eTrex от фирмы Garmin, серию «трехсотых» приборов от MAGELLAN, GM100 от HOLUX. Носимые приборы, имеющие несколько большие габариты, больший экран. К этой группе относятся приборы GPS 12, GPS 72, GPS 76 и eMap от Garmin, iFinder от Lowrance. Стационарные приборы. К ним относятся модели Street Pilot, GPS 128/126, GPSMAP176C, LMS320 (эхолот + GPS). Профессиональные навигационные комплексы, или картплоттеры. Требуют для установки достаточно много места.

Это RAYTHEON, INTERPHASE и множество других комплексов. Особый интерес представляет навигационные комплексы на базе карманных компьютеров со встроенным GPS-приемником. Он используется с навигационной картой, например Минска или Республики Беларусь, для прокладки оптимального маршрута с голосовым сопровождением.

Навигатор устанавливается в держатель на стекле автомобиля и имеет зарядное устройство от «прикуривателя».

Из программных средств навигации, разработанных для работы с растровыми картами, векторными картами, с получением карт из Интернета в процессе работы, для условий Беларуси предпочтительны программы: Navitel для векторной навигации в крупных городах (с точными картами) и OziExplorer с возможностью редактирования растровых карт.

Дорожные испытания навигаторов HP iPAQ и HTC P3300 дали положительные результаты их использования в прокладке маршрутов и навигации к месту назначения.

Результаты испытаний gps-навигаторов

Андреев А. Я., Мочалов В.В.

Белорусский национальный технический университет

Наиболее эффективны навигаторы, использующие современный встроенный GPS-приемник на базе модуля SiRF Star III: долговременная погрешность определения координат (по записи трека для неподвижного навигатора в течении часа) не превышала 5 метров. При работе в условиях помех и слабых сигналов более чувствительны 20-канальные навигаторы (продолжали работать там, где 12-канальные выключались).

Все навигаторы с современным программным обеспечением поддерживают прокладку маршрутов и голосовое сопровождение при наличии точных карт (в основном для крупных городов Беларуси). В местах с неточной картографией (ошибки превышали 300 метров) происходит звуковая индикация отклонения от маршрута и постоянная перестройка маршрута. Требуется редактирование таких карт, что самостоятельно возможно для растровых карт OziExplorer с вариантами работы как на настольных компьютерах, так и на КПК. Для векторных карт, которые компактнее по объему более чем в 10 раз, подробности рельефа, как правило, хуже, и в основном невозможна или проблематична самостоятельная коррекция карт. Однако за счет компактности и сглаженных линий при векторном масштабировании эти карты более широко используются. Основные программные продукты, удобные для использования в Беларуси: Navitel, GISRussia.

Для стационарного использования в автомобиле целесообразен автонавигатор, если необходим переносной вариант – карманный персональный компьютер (КПК) с GPS, т.н. коммуникатор, (или смартфон с GPS), лучше с выходом в Интернет для коррекции данных, наиболее же дешевым является вариант приобретения отдельного GPS-приемника для использования с КПК или ноутбуком.

Применение навигаторов в автомобилях прогрессирует.

Овчинников И.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время технология вывоза леса от заготовительных бригад характеризуется следующими этапами: валка леса, обрезка сучьев, трелевка к месту погрузки, погрузка в лесовоз повышенной проходимости (или тракторный поезд), движение по лесной дороге, движение по магистральной дороге (или перегрузка в магистральный вид транспорта). К недостаткам данного способа перемещения леса можно отнести:

- 1) неоднократная перегрузка;
- 2) сложный и трудоемкий процесс погрузки (перегрузки) леса в транспортное средство;
- 3) неблагоприятные дорожные условия при движении по лесу и значительные трудности в прокладке новых лесных дорог;
- 4) экологически неблагоприятная;
- 5) невозможность сохранить от порчи другую растительность в зоне выполнения заготовительных работ.

Предложен способ, при котором:

- ✓ составляется план вырубki определенных деревьев;
- ✓ разрабатывается маршрут перемещения этих деревьев;
- ✓ определяется последовательность среза;
- ✓ вдоль маршрута устанавливаются (в том числе используются и подходящие деревья) легкоъемные опоры;
- ✓ опоры удерживаются выдвигаемыми упорами (можно и в стволы соседних деревьев);
- ✓ упоры выполнены в виде перекладин, ориентированных перпендикулярно направлению движения спиленного дерева;
- ✓ на перекладинах смонтированы направляющие ролики;
- ✓ механизм осуществляет захват ствола немного ниже предполагаемого центра тяжести и в направлении, перпендикулярном ближайшей перекладине, после чего осуществляет пиление ствола в нижней части;
- ✓ срезанный ствол, проворачиваясь в направлении перекладины, расположенной немного ниже точки вращения, опирается на перекладину и принимает положение близкое к горизонтальному.

Снижение конфликтных ситуаций при парковке АТС

Овчинников И.А.

Белорусский национальный технический университет

Наиболее частыми конфликтами при парковке автотранспортных средств являются: Т-образная постановка АТС (выезд 2-3 автомобилей заблокирован); удвоение длины парковочного места (выезд 1-го автомобиля заблокирован и значительно сокращен проезд для других автомобилей); парковка в местах, запрещенных Правилами дорожного движения.

Суть конфликта заключается в неопределенности срока, на какой оставлен припаркованный автомобиль. Наличие информации о времени парковки автомобиля будет способствовать упорядочению процесса обмена автомобилями на стоянке и снижению числа конфликтов при этом.

Предлагается автоматизировать процесс предоставления такой информации с помощью специальных устройств, действующих независимо от воли водителя или другого участника движения (поскольку время, выставяемое человеком на ручном индикаторе имеет весьма низкую достоверность). Повысить достоверность используемой информации предлагается за счет применения статистических методов в разработанных алгоритмах. Устройство устанавливается на автомобиль (изготовителем автомобиля или самостоятельно) в местах, удобных для считывания информации, подключается к датчику спидометра, датчику тахометра, клеммам «15» и «30», после чего начинается этап первоначального накопления статистической информации (индикатор времени парковки не функционирует). После определенного срока и пробега начинается этап эксплуатации устройства в установленном режиме. Индикатор времени парковки включается через несколько секунд после постановки автомобиля на стоянку и индицирует три значения времени: «время с начала парковки», «время до окончания парковки» и «достоверность прогноза» (в %). По результатам этой информации другие участники дорожного движения корректируют свои действия.

В ночное время индикатор устройства отключается встроенным таймером.

Безопасность трамвайного движения

Лукьянчук А.Д.

Белорусский национальный технический университет

Движение трамваев и автомобилей - две транспортных системы, которые должны работать на одной уличной сети при условиях, которые являются достаточно несхожими, что может привести к конфликтам и происшествиям. Самый общий вид происшествия в движении трамваев — столкновение между трамваем и дорожным транспортным средством. В большинстве случаев трамвай не получает никаких повреждений, или очень небольшие, зато повреждения транспортного средства и сроки восстановления дорожного движения часто достаточно велики. Окружающая среда в городах с движением трамвая - комплекс с большим количеством информации, которая должна быть интерпретирована и оценена другими группами дорожных пользователей. Трамвай часто приближается с тыла, и конфликты происходят, когда автомобиль поворачивает налево чтобы пересечь линию трамвая. Частота и последствия конфликтов связаны не только с мерами по обеспечению безопасности, которые были введены, например различные типы сигналов, дорожных знаков, разметка на проезжей части и т.д., но также и с поведением и отношениями других групп дорожных пользователей. При организации трамвайного движения в новых районах города найти такие решения проще. Там, где движение трамвая происходит в существующей городской окружающей среде, находить решения, которые полностью исключают конфликты, часто затруднительно.

Необходимые решения могут быть получены в итоге проведения следующих мероприятий: · тесное сотрудничество организаторов дорожного движения и городских проектировщиков имело бы большое значение в создании безопасной и функциональной окружающей среды, где движение трамваев и дорожных транспортных средств организовано одновременно; · сигнальные устройства и дорожные сооружения должны быть разработаны так, чтобы они давали ясную и понятную информацию для всех групп дорожных пользователей; · внешний вид трамваев должен разрабатываться не столько с эстетических

позиций, сколько с точки зрения их легкого восприятия и интерпретирования другими дорожными пользователями.

Реализация указанных мероприятий может в долгосрочной перспективе улучшить и развить подход к безопасности трамвайного движения.

УДК 656

Исследование функционирования нерегулируемых пешеходных переходов

Фролова Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Пешеходы – самая незащищённая группа участников дорожного движения. Масса и скорость движения пешехода намного меньше массы и скорости автомобиля, поэтому столкновения между ними приводят к очень серьёзным последствиям. В дипломной работе мною был сделан анализ аварийности на нерегулируемых пешеходных переходах Советского и Первомайского районов г. Минска за период 2005-2007гг. Были выявлены наиболее аварийные переходы: ул. В. Хоружей, д.15 (12 ДТП за 3 года); ул. Сурганова, д.42 (9); ул. Я. Колоса, д.26 (7); ул. М. Богдановича, д.78 (5); ул. Куйбышева, д.48 и д.59 (по 4). Далее был изучен опыт зарубежных стран по организации дорожного движения на нерегулируемых пешеходных переходах. Найдены оригинальные решения: виртуальные пешеходные переходы с применением светильников Calypso Zebra; поворот пешеходного перехода направо в середине островка безопасности для увеличения угла обзора пешехода; сужение проезжей части в зоне пешеходного перехода; мощение пешеходного перехода тротуарной плиткой для снижения скорости движения автомобилей; применение островков безопасности и искусственных неровностей; приподнятые пешеходные переходы; т.н. «Ворота» из зелёных насаждений посередине проезжей части, которые применяются при выезде на дорогу с ограниченной скоростью либо при въезде в населённый пункт. В последующем будет оценено, насколько данные решения применимы к условиям движения на дорогах Республики Беларусь, а также разработаны предложения по улучшению организации дорожного движения на вышеуказанных нерегулируемых пешеходных переходах.

Адаптивное управление светофорным объектом

Шуть В.Н., Анфилец С.В.

Брестский государственный технический университет

В последние годы за рубежом находят широкое распространение адаптивные системы управления автотранспортом. На Западе разрабатываются системы управления четвертого поколения, учитывающие дорожную обстановку, интенсивность транспортных потоков, скорость автомобилей, фазы дорожного движения. Фирма "Tune & Wear" (Великобритания) представила "умный" светофор, включающий миникамеры, которые оценивают дорожную обстановку и устанавливают периодичность переключения цветов. Устройство идеально подходит для борьбы с дорожными пробками. В Институте информации и системного анализа г. Мануа (Италия) создан светофор, оснащенный системой анализа загруженности дорог, который очень гибко приспосабливается к различным ситуациям в городском дорожном движении, кроме того, он не нуждается в централизованном компьютерном управлении, поэтому обходится гораздо дешевле. Светофор сам меняет фазы зеленого и красного света в зависимости от плотности движения на перекрестке. Главное полицейское управление Японии (НРА) сообщило о создании нового типа светофора, который самостоятельно "разруливает" штормы. С помощью специальных датчиков фиксируется интенсивность движения на перекрестке, и в случае возникновения "пробки" светофор автоматически выбирает наиболее подходящий для ее рассасывания режим смены красного света на зеленый. Экспериментальная система подтвердила эффективность данного метода. В настоящее время в Республике Беларусь система адаптивного управления автотранспортом не производится. Производится "жесткое регулирование", при котором светофор работает автономно по заложенным в нем режимам переключения цветов. Переход на адаптивное управление позволит сократить количество дорожных пробок, количество вредных выбросов в атмосферу, а так же снизить потребление топлива, а это в свою очередь является поддержкой программы правительства Республики Беларусь по обеспечению энергетической безопасности страны и способствует уходу от зависимости по

энергоносителям.

Целью предлагаемого проекта является разработка и освоение серийного производства адаптивной системы управления автотранспортом на регулируемом перекрестке.

УДК 656

Обзор современных технологий детекторов транспорта

Шендер А.В.

УП БГУ конструкторское бюро специальной техники

Увеличение эффективности использования существующих транспортных сетей очень важно, потому что объём транспортных потоков всё время возрастает, в то время как возможности создания новых дорог весьма ограничены. Например, в США с 1987 г. по 1997 г. суммарный пробег транспортных средств увеличился на 33 процента, в то время как суммарная длина дорог выросла всего на 2 процента.

В качестве альтернативы строительству новых дорог существует возможность более эффективного использования существующих дорог. Это стало возможным благодаря применению Интеллектуальных Транспортных Систем (ИТС), которые позволяют снизить время поездки, время простоя в пробках и на перекрёстках, снижая тем самым вредные выбросы автомобилей. Одной из составных частей ИТС являются детекторы транспорта. Они в некотором смысле являются «глазами» ИТС, которые сообщают основные параметры транспортных потоков системе управления дорожным движением.

Для детектирования транспорта используются самые разные физические свойства автомобилей. Рассмотрены наиболее используемые виды детекторов, получившие распространение в настоящее время: детектор типа Индуктивная Рамка; магнитные детекторы; видеодетекторы; микроволновые радары; инфракрасные детекторы; лазерные детекторы; активный инфракрасный; пассивный инфракрасный; ультразвуковой; акустические; видеодетекторы. Дан анализ достоинств и недостатков данных технологий и технических решений, а также оценка возможности исследования параметров потоков (подсчет количества, определение скорости движения и состава транспортного потока).

Естественные и точные науки

**Математика
и приложения**

**О новых технологиях организации самостоятельной работы
и контроля знаний студентов**

Андриянчик А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Организация самостоятельной деятельности студентов младших курсов в процессе их адаптации к вузовской системе обучения является одной из актуальных задач современной высшей школы. Сегодня каждого преподавателя волнует вопрос, как привести методы обучения в соответствие с требованиями жизни, позволяющими сократить аудиторную нагрузку студентов, высвободить время для самостоятельной работы и научных исследований, усилить индивидуальную работу с каждым студентом.

Организация управляемой самостоятельной работы студентов при изучении курса математики в техническом вузе может успешно строиться по модульно-рейтинговой системе на основе учебно-методического комплекса.

Основными компонентами такой системы, на наш взгляд, являются:

1. Методические материалы (указания, программы, инструкции и т.п.), направляющие и обеспечивающие самостоятельную учебно-познавательную деятельность студентов.
2. Сборники заданий для аудиторных занятий и внеаудиторной самостоятельной работы. Объем и трудоемкость таких заданий разработаны нами с учетом бюджета времени студентов и исключают чрезмерную загруженность студентов.
3. Задания для контроля знаний студентов.
4. Типовые расчеты.
5. Тематический контроль и учет знаний.

Организация тематического контроля позволяет привести в систему знания студентов, делает их более осознанными. Студенты приучаются к регулярной самостоятельной работе, а преподаватель выявляет пробелы в знаниях отдельных студентов и принимает конкретные меры по их устранению.

Кафедра высшей математики в 1944-1948 годах

Бричикова Е.А.

Белорусский национальный технический университет

В 1944 году Белорусский политехнический институт возобновил свою работу, которая была прервана войной. Была возобновлена и работа кафедры высшей математики, которая приказом ректора была отнесена к химико-технологическому факультету.

Заведующим кафедрой стал доцент, кандидат физико-математических наук Василий Леонтьевич Левкович. По штатному расписанию 1945 года на кафедре числилось всего 4 преподавателя. В приемо-сдаточном акте от 31 мая 1946 года о передаче БПИ из ведения Министерства местной промышленности БССР в ведение Министерства высшего образования СССР есть список профессорско-преподавательского состава БПИ на 1946 г., по кафедре высшей математики в нем значатся: Левкович В. С. (зав. каф.), Рудельсон Г. М. (доц.), Соболевский В. М. (ас.), Хейнман В. Б. (ас.), Ровда В. И. (ас.) [ф.210, оп.3, №30, л.15].

В отчете института об учебно-методической работе за 1946/1947 учебный год отмечалось: «Кафедра недостаточно укомплектована высококвалифицированными научными работниками. В штате имеется только один кандидат физико-математических наук, остальные работники – ассистенты» [ф.210, оп.3, №39, л.3]. Для успешного выполнения учебных планов был принят совместитель – кандидат физико-математических наук Родов А. М., а годом позже кандидат физико-математических наук Супруненко А. Д.

Научная и методическая работа кафедры в 1946 г. была представлена пособием для студентов Левковича В. С. «Приближенные вычисления». В списке научных трудов кафедры за 1945-1949 г.г. значатся 5 наименований: 2 неопубликованные книги Левковича В. С. «Курс высшей математики для экономических вузов» и «Решение численных алгебраических и трансцендентных уравнений» (вышла в 1951 г.) и 3 статьи Поповой И. В. [ф.210, оп.3, №15, л.85].

**Представление рекуррентно вычислимых интегралов
комбинаторными суммами**

Волкович П.Ф.

Белорусский национальный технический университет

По определению рекуррентно вычислимыми являются интегралы, для вычисления которых используются рекуррентные формулы. В докладе сформулированы условия существования и правила получения рекуррентных соотношений, проведена их классификация. Методом математической индукции получены решения указанных рекуррентных соотношений в виде комбинаторных (факториальных) сумм известных функций (чисел), в частности:

$$\int \frac{dx}{(x^2 + a^2)^n} = \sum_{k=1}^{n-1} \frac{(n-(k-1))!(2n-3)!! x}{(2a^2)^k (n-1)!(2n-(2k+1))!(x^2 + a^2)^{n-k}} +$$

$$+ \frac{(2n-3)!!}{(2a^2)^{n-1} (n-1)!} \frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a}, a = \text{const}, n = 1, 2, 3, \dots; \text{здесь и далее}$$

постоянная интегрирования опущена; для вычисления определенного интеграла $I_n = \int_0^{\pi/2} \sin^n x dx, n \geq 2$, получены формулы

$$I_{2k} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{(2k-1)!!}{2^k \cdot k!}, I_{2k+1} = \frac{2^k \cdot k!}{(2k+1)!!}, k = 1, 2, 3, \dots; \text{ для рекуррентно}$$

вычислимого интеграла $I_n = \int \frac{dx}{(\ln x)^n}$ получено представление

$$\text{где } I_n = \frac{1}{(n-1)!} I_1 - x \sum_{k=1}^{n-2} \frac{(n-(k+1))!}{(n-1)!(\ln x)^k}, \text{ где}$$

$$I_1 = \int \frac{dx}{\ln x} = \ln(\ln x) + \frac{(\ln x)^1}{1 \cdot 1!} + \frac{(\ln x)^2}{2 \cdot 2!} + \frac{(\ln x)^3}{3 \cdot 3!} + \dots;$$

для интеграла $I_n = \int x^n \sin ax dx, n = 1, 2, \dots$, — соотношение

$$I_n = \sum_{v=0}^n \frac{n! x^{n-v} (-\cos ax)^{(v)}}{(n-v)! a^{(2v+1)}}, (-\cos ax)^{(v)} = \frac{d^v (-\cos ax)}{dx^v} \text{ и}$$

другие формулы.

**Математическое модель
одной нелинейной колебательной системы**

Воронович Г. К.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время наиболее актуальным для эффективной виброзащиты является применение интеллектуальных жидкостей, реологические свойства которых могут изменяться за счет внешнего воздействия электрических или магнитных полей. Это так называемые магнито-реологические (МРС) и электро-реологические (ЭРС) суспензии. Их практическое применение в виброзащитных системах трактора, автомобиля вызывает необходимость теоретических исследований влияния реологических особенностей ЭРС и МРС на динамику колебательной системы (КС).

Как наиболее характерной была выбрана колебательная система, состоящая из двух соосно вращающихся цилиндров длины L , в зазоре между которыми находится нелинейно-вязкая жидкость. Внутренний цилиндр радиуса R_1 закреплен на упругом торсионе, а внешнему, радиуса R_2 , задается заданный режим вращения. Это – периодические вынужденные колебания внешнего цилиндра с варьирующимися частотой и амплитудой воздействия, наиболее характерных в практическом применении. Внутренний и внешний цилиндры поддерживаются при постоянных и отличных друг от друга температурах T_1 и T_2 . Рассчитывались угол поворота, скорость угла поворота и касательное напряжение на внутреннем цилиндре, а так же амплитудно-частотные характеристики КС.

Исследование динамической системы с нелинейно-вязкой жидкостью показало, что в случае превышения более чем в 2 раза частоты собственных колебаний системы и чисел We в диапазоне от 0 до 100 поведение угла поворота внутреннего цилиндра гладкое, синусоидального типа. В случае, когда частота вынужденных колебаний меньше, заметно существенное влияние гармоник с более низкими частотами. Скорость изменения угла поворота внутреннего цилиндра ведет себя аналогичным образом. При этом изменение касательного напряжения остается гладким.

Гахович А.С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящей работе предлагается один из возможных подходов к вопросу классификации и, исходя из последней, дан формальный метод построения взаимнообратных пар интегральных преобразований, удовлетворяющих требуемым условиям.

Пусть в множестве функций действительного переменного $\{f(t)\}$ с областью определения (a, b) задан некий произвольный оператор T . Ставится задача нахождения обратимого линейного отображения $L: f(t) \rightarrow F(u)$, область значения которого совпадает с множеством функций $\{F(u)\}$, заданных в общем случае на некой линии l плоскости комплексного переменного u , и такое, что выполняется соотношение $L[Tf(t)] = k(u)F(u)$.

В работе доказано, что если в качестве T брать дифференциальные операторы определенного вида, то в качестве L будут выступать известные интегральные преобразования.

Если за основу классификации полученных интегральных преобразований взять исходный оператор T , то их можно разбить на непересекающиеся множества интегральных преобразований для дифференциальных операторов 1-го, 2-го, ..., n -го порядков. Внутри каждого множества интегральные преобразования будут различаться по конкретному виду оператора T . При надлежащем выборе отношения эквивалентности каждому дифференциальному оператору будет соответствовать единственный класс интегральных преобразований.

Более того, в работе получены общие формулы построения интегральных преобразований, соответствующих произвольно заданному оператору T и функции $k(u)$.

В заключительной части приведен конкретный вид оператора T и функции $k(u)$, с помощью которых по предложенной схеме строятся известные интегральные преобразования.

**Об оптимальном управлении линейными
гибридными системами**

Габасова О.Р.

Белорусский национальный технический университет

В докладе рассматриваются задачи оптимального программного управления для двух типов гибридных систем:

$$J(u, v) = c'_x x(t^*) + c'_y y(t^*) \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} \dot{x} = A_x(t)x + A_{xy}(t)y + B_x(t)u, & t \in T; \\ y(t + h_v) = A_y(t)y(t) + h_v B_y(t)v(t), & t \in T_v; \end{cases}$$

$$x(t_*) = x_0, y(t_*) = y_0; H_x x(t^*) + H_y y(t^*) = g,$$

$$u(t) \in U = \{u \in R^r : u_* \leq u \leq u^*\},$$

$$v(t) \in V = \{v \in R^r : v_* \leq v \leq v^*\}, t \in T.$$

$$J(u, v) = c'_x x(t^*) + c'_y y(t^*) \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} \dot{x} = A_x(t)x + A_{xy}(t)y + B_x(t)u, \\ y(t) = A_y(t)y(t - h_v) + A_{yx}(t)x(t) + B_y(t)v(t), & t \in T; \end{cases}$$

$$x(t_*) = x_0; y(t) = y_0(t), \quad t \in [t_* - h_v, t_*], \quad y(t_*) = y_0,$$

$$H_x x(t^*) + H_y y(t^*) = g,$$

$$u(t) \in U = \{u \in R^r : u_* \leq u \leq u^*\},$$

$$v(t) \in V = \{v \in R^r : v_* \leq v \leq v^*\}, t \in T.$$

Выводятся формулы Коши для решений и показывается, что в классе дискретных управляющих воздействий эти задачи эквивалентны задачам математического (или линейного) программирования). Обосновываются процедуры решения этих задач.

О тематическом контроле знаний студентов по математике

Климович В.М. *, Корчемченко С.В.

Белорусский национальный технический университет*
Военная академия Республики Беларусь

Контроль за учебно-познавательной деятельностью студентов является важной и необходимой составной частью учебного процесса. Чтобы проверить усвоение материала, актуальным является совершенствование методики контроля знаний с целью повышения самостоятельной учебно-познавательной и исследовательской деятельности каждого студента. Необходима комплексная система оценки полученных знаний, охватывающая весь период изучения дисциплины.

Существуют три основных вида контроля: текущий, тематический и итоговый. Текущий контроль осуществляется преподавателем в ходе проведения занятий, предусмотренных расписанием. Тематический контроль проводится после изучения отдельной темы или раздела программы по математике. Итоговый контроль в форме зачета или экзамена осуществляется в конце семестра, а также по окончании курса обучения. Наиболее распространенной формой тематического контроля проверки и оценки знаний является контрольная работа, включающая в себя типовые задачи и вопросы по изученной теме. Важным методом осуществления тематического контроля является проведение коллоквиумов, на основании которых выявляются пробелы в знаниях студентов при изучении теоретического материала. Прием расчетно-графических работ дает возможность проверить умение и навыки студентов решать задачи по определенному разделу программы. Компьютерный тестовый контроль имеет преимущества перед традиционными формами контроля, так как исключает субъективность, дает возможность одновременно тестировать большое количество студентов, дифференцированно подходить к составлению задач и оцениванию знаний для различных групп студентов, обучаемых по разным программам, учебникам и организационным формам обучения, значительно сокращает время, отводимое на контроль знаний.

Стабилизация систем нейтрального типа второго порядка

Карпук В. В., Метельский А. В.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим систему линейных автономных уравнений

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = A_0 x(t) + A_1 x(t-h) + C_1 \dot{x}(t-h) + bu(t), & t \geq 0, \\ x(t) = \varphi(t), & t \in [-h, 0] \end{cases} \quad \varphi(\cdot) \in C([-h, 0], \mathbf{R}^n) \quad (1)$$

Здесь u – скалярное управление, A_0, A_1, C_1 – постоянные $n \times n$ -матрицы, b – постоянный n -вектор, $h > 0$ – запаздывание.

Пусть E_n – единичная матрица, \mathbf{C} – множество комплексных чисел, $D(p) = A_0 + A_1 e^{-ph} + C_1 p e^{-ph} - p E_n$ – характеристическая матрица и $d(p) = \det D(p)$ – характеристический квазиполином системы (1). Набор корней $\sigma = \{p_i \in \mathbf{C}, i = 1, 2, \dots\}$ уравнения $d(p) = 0$ называют спектром системы (1).

Замкнем систему (1) регулятором

$$u(t) = \sum_{i=0}^m \left(F_i x(t - ih) + \int_0^{ih} K_i(s) x(t - s) ds \right), \quad (2)$$

где F_i – постоянные n -векторы, $K_i(\cdot)$ – n -векторы с квазиполиномиальными компонентами, m – некоторое натуральное число. Пусть σ' – спектр замкнутой системы. Потребуем, чтобы замкнутая система была асимптотически устойчивой: $\operatorname{Re} p_i < 0$, $p_i \in \sigma'$, $i = 1, 2, \dots$, то есть рассмотрим задачу стабилизации системы (1).

Выбранный авторами подход [1] предполагает одновременное приведение замкнутой системы к системе с конечным спектром. Для системы (1) второго порядка ($n=2$) описаны случаи, когда замкнутая система имеет спектр $\sigma' = \{p_i < 0, i = 1, 2\}$, при этом указаны коэффициенты F_i и $K_i(\cdot)$ регулятора (2).

1. Карпук, В.В., Метельский, А.В. Регулятор вырождения для систем второго порядка запаздывающего и нейтрального типов // Труды Международной конференции «Проблемы управления и приложения (техника, производство, экономика)»: в трех томах. Т. 2. – Мн.: Институт математики НАНБ, 2005. – С. 81 – 87.

О математическом моделировании колебательных процессов сложных нелинейных динамических систем

Микулик Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Под математической моделью динамической системы понимают совокупность объектов и отношений между ними, отображающих физические свойства рассматриваемой системы. Под нелинейными динамическими системами понимаются такие системы, у которых есть хотя бы один нелинейный элемент. Нелинейные элементы в системе могут быть среди звеньев и соединений. В динамических системах транспортных средств «нелинейности» могут быть в силовой передаче среди зубчатых соединений, в муфте сцепления, в соединениях реактивных звеньев, к которым относятся корпус двигателя с его креплением к раме, ведущий мост с подвеской, подрессоренная масса с рессорами и др.

Названные нелинейности оказывают влияние на колебательные процессы как в основных, так и реактивных звеньях динамической системы, а следовательно, и на нагрузочные режимы в силовой передаче и надежность машин.

Составной частью математической модели является система дифференциальных уравнений, описывающих колебательные процессы, происходящие в реальной динамической системе.

Дифференциальные уравнения указанных колебательных процессов составляются на основании уравнений Лагранжа второго рода и пятимассовой системы с двумя нелинейностями:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 \ddot{\varphi}_1 + c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) = -\varepsilon f(\varphi_1 - \varphi_2) - \alpha_1(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) + M \sin \omega t ; \\ I_2 \ddot{\varphi}_2 - c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) + c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_p) = \varepsilon f(\varphi_1 - \varphi_2) + \\ + \alpha_1(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) - \beta_1(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_p) ; \\ I_3 \ddot{\varphi}_3 - c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_p) = \beta_1(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_p) ; \\ I_p \ddot{\varphi}_p - c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_p) + c_p \varphi_p = \beta_1(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_p) - \varepsilon f(\varphi_p) . \end{array} \right.$$

Для решения системы (1) можно использовать пакеты MathCAD, Mathematica, Matlab и другие.

**Вибронагруженность кабины и сиденья водителя
с системой вторичного поддрессоривания**

Микулик Т. Н.

Белорусский национальный технический университет

Вибронагруженность водителя в транспортном средстве зависит от системы поддрессоривания кабины и сиденья, так называемого вторичного поддрессоривания, которое определяется своими характеристиками (жесткостью и др.).

Как показывает практика, наличие в автомобиле мягких сидений значительно снижает воздействие вибрации на пассажиров. Так, вертикальные ускорения пассажира на сиденьях, имеющих различные конструктивные параметры, различны. Дисперсии названных ускорений в диапазоне частот ω от 0 до 22,4 Гц составляют 80...95 %. Это значит, что колебания пассажира на сиденье зависят не только от параметров колебаний подвески автомобиля, но и от параметров колебаний сиденья.

Для определения оптимальных параметров вибронагруженности экипажа применены экспериментально-расчетный метод, использующий результаты экспериментального замера в реальных условиях параметров колебаний несущей системы, и математическая модель, включающая расчетную схему, содержащую поддрессоренную массу, кабину, сиденье водителя и их соединения.

Была рассмотрена четырехмассовая колебательная система, состоящая из переднего моста с колесами, кузова, кабины и сиденья с водителем и совершающая перемещения под действием сил. Составлена система дифференциальных уравнений, описывающая колебания данной системы, которую можно решить с помощью программ MathCad, Mathematica и др.

Построены кривые изменения вибронагруженности кабины. Полученные значения показывают, что в диапазоне частот 0,5...12 Гц существуют три зоны резонанса: первая – в пределах низких частот (1...2 Гц), вторая – 2...3 Гц и третья – от 11 до 12 Гц, причем в первой и третьей зонах амплитуды достигают максимальных значений в указанном диапазоне частот, а во второй – минимальных.

Оптимизация конструктивных параметров раздаточных коробок большегрузных автомобилей

Марцинкевич В.С.

Белорусский национальный технический университет

Задачи выбора параметров проектируемых механизмов и машин являются многокритериальными. Их решение связано с необходимостью удовлетворения противоречивых требований, предъявляемых к ним. Проектируемые механизмы и машины обычно характеризуются векторным критерием качества $\overline{\Phi} = \overline{\Phi}(\overline{\Phi}_1, \dots, \overline{\Phi}_k)$, составляющие которого Φ_i , $i = \overline{1, k}$ – локальные критерии. Ими, в частности, являются масса, габариты, коэффициент полезного действия, допустимые нагрузки в отдельных звеньях и т.п. Интересы конструктора заключаются в том, чтобы по возможности будущий механизм был оптимальным по всем локальным критериям качества.

Решению вышеизложенной задачи посвящена работа. В ней разработаны математическая модель и алгоритм, в которых необходимо, с использованием компьютера, выбрать наилучшим образом конструктивные параметры с учетом нескольких критериев качества.

Предлагаемая математическая модель и алгоритм могут быть применены в системе автоматизированного проектирования редукторных механизмов. Использование указанных выше моделей и алгоритмов позволяет значительно сократить сроки внедрения в производство новых редукторов, повысить качество конструкторских и технологических работ, снизить трудоёмкость проектирования, увеличить производительность труда конструкторов на стадии подготовки и внедрения в производство механических систем, имеющих редукторные механизмы.

Разработанная методика принятия решений, основанная на методе исследования пространства параметров, работает в интерактивном режиме, предполагает оперативное взаимодействие заказчика с персональным компьютером в форме диалогов на всех этапах решения исследуемой задачи.

О собственных числах и собственных функциях одного интегродифференциального уравнения

Мелешко И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Многие важнейшие практические задачи гидродинамики, теории упругости, теории фильтрации и теплопроводности приводятся к задаче Коши для линейных и нелинейных сингулярных интегродифференциальных уравнений первого порядка с интегралами, понимаемыми в смысле главного значения по Коши.

Установлена связь третьей краевой задачи теории теплопроводности для круга и полуплоскости с сингулярными интегродифференциальными уравнениями вида:

$$u'(\varphi) - \lambda q(\varphi) \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} u(\tau) \operatorname{ctg} \frac{\tau - \varphi}{2} d\tau = f(\varphi), \quad (1)$$

$$u'(x) - \lambda q(x) \frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{u(t)}{t-x} dt = f(x), \quad (2)$$

$$u'(x) - \lambda q(x) \frac{\sqrt{1-x^2}}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{u(t)}{t-x} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}} = f(x). \quad (3)$$

Здесь u - неизвестная функция, q, f - заданные функции, λ - числовой параметр.

При исследовании таких уравнений важную роль играют так называемые «спектральные соотношения» для сингулярных интегралов в уравнениях (1) - (3). Так, например,

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \sin m\tau \operatorname{ctg} \frac{\tau - \varphi}{2} d\tau = \cos m\varphi, \quad m = 1, 2, \dots$$

С помощью этого соотношения устанавливаем, что собственным значениям $\lambda = m$ ($m = 1, 2, \dots$) уравнение (1) при $q(\varphi) = 1$ отвечают собственные функции $\sin m\varphi$. Аналогично исследуются интегродифференциальные уравнения (2), (3).

Особенности оптимизации параметров виброзащитных систем

Рейзина Г.Н.

Белорусский национальный технический университет

Развитие техники приводит к усложнению колебательных спектров на современных объектах, что обуславливает статистический подход при исследовании динамических процессов виброзащитных систем, оптимизацию параметров системы при случайном возбуждении [1,2].

Основной характеристикой качества функционирования системы, изолирующей объект от случайных колебаний, может являться дисперсия скорости, либо ускорения амплитуд колебаний. Качество переходных процессов в виброзащитной системе определяется интегральными критериями, которые неявно характеризуют максимальное отклонение и время затухания про-

цесса $I_1 \int_0^{\infty} z^2 dt$. При одновременном учете требований к вибро-

защите и качеству переходного процесса критерием может быть функционал $I = I_1 + \lambda \sigma_z^2$, где σ_z^2 – дисперсия случайного процесса, λ – весовая функция. Используя частотную характеристику реальной виброзащитной системы $W(p)$ (p – оператор Лапласа), определим функционал I , минимизация которого позволяет определить вид передаточной функции оптимальной виброзащитной системы.

Рассматривая конкретную задачу, когда случайным возбуждением является белый шум, находим, что жесткость оптимальной виброзащитной системы пропорциональна четвертой степени допустимого среднеквадратического отклонения значений амплитуд колебаний, демпфирование – второй степени. Этот результат может быть использован при построении регулятора системы.

1. Саридие, Дж. Самоорганизующиеся стохастические системы управления/Пер. с англ. – М.: Наука, 1980. – 400 с.

2. Фролов, К. В., Фурман, Ф. А. Прикладная теория виброзащитных систем. – М.: Машиностроение, 1980. – 276 с.

Зависимость между сигнатурами вещественных форм неприводимых представлений алгебры $sp(2r, \mathbb{C})$

Рудый А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрены произвольные неприводимые представления $\varphi: sp(2r, \mathbb{C}) \rightarrow sl(V)$ алгебры Ли $sp(2r, \mathbb{C})$. Если G_σ - вещественная форма алгебры $sp(2r, \mathbb{C})$, то $\varphi(G_\sigma) \subset su(p, q)$, где $p + q = \dim V$. Пусть $\delta = p - q$. В работе [1] получены формулы для δ в терминах отметок старшего веса λ представления φ . В работе [2] получены достаточные условия равенства 0 сигнатуры δ в зависимости от количества четных или нечетных координат вектора $\lambda + \rho$ в стандартном базисе Вейля $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_r$, где λ - старший вес представления, ρ - полусумма положительных корней алгебры. В настоящей работе установлена зависимость между сигнатурами δ для различных вещественных форм алгебры $sp(2r, \mathbb{C})$. Назовем представление φ представлением типа (i, j) , если i - число четных, а j - число нечетных координат вектора $\lambda + \rho$ в базисе Вейля. Для $G = sp(8, \mathbb{C})$ верна теорема.

Теорема. Пусть представление φ алгебры $G = sp(8, \mathbb{C})$ имеет тип $(0, 4)$ или $(4, 0)$ тогда $\delta(sp_{2,2}) = \delta(sp_{1,3}) = 0$. Для представления типа $(1, 3)$ или $(3, 1)$:

$\delta(sp_{2,2}) = 0; \delta(sp_{1,3}) = \frac{C_\lambda}{360} \cdot \prod_{i=1}^4 h_i$. Для представления типа $(2, 2)$: $\delta(sp_{1,3}) = \frac{\delta(sp_{2,2})}{10} \cdot \sum_{i=1}^4 h_i^2 \cos(\pi h_i)$, где h_i - координаты вектора $\lambda + \rho$ в базисе Вейля.

Литература. 1. A.N.Rudy, J.Phys.A: Math.Gen.28 (1995)1641-1653.
2. А.Н. Рудый, IX Белорусская математическая конференция, Гродно, 2004, тезисы докладов, ч.2, стр.92.

Методическое обеспечение курса высшей математики для экономистов и современные информационные технологии

Лебедева Г.И., Раевская Л.А., Грибкова В.П., Козлов С.М.
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время поступающие в высшие учебные заведения имеют неплохие навыки работы на компьютерах. Это помогает студентам при изучении различных дисциплин. Однако, существует некоторый разрыв в общих знаниях и конкретном использовании компьютеров при решении задач вычислительного характера, в том числе и в курсе высшей математики. Для ликвидации этого разрыва авторы подготовили «Сборник задач по высшей математике для экономистов», который вышел в трёх частях. В сборнике рассматриваются различные методы решения конкретных математических задач в среде MS Excel, как непосредственно, то есть, при «ручном» счёте, так и с помощью встроенных функций.

На факультете маркетинга, менеджмента и предпринимательства Белорусского национального технического университета в основном готовятся специалисты экономического профиля. Поэтому в сборнике приводятся задачи экономического характера с подробным изложением возможностей использования компьютеров при их решении. Сборник задач состоит из трех частей: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Функция. Дифференциальное и интегральное исчисление. Дифференциальные уравнения. Ряды», «Теория вероятностей и математическая статистика».

После каждой темы в сборнике приводятся примеры по компьютерной реализации типовых вычислений.

Предложенный в сборниках подход использования информационных технологий MS Excel при изучении курса высшей математики способствует расширению области применения математических методов и в других дисциплинах. Изложенный в них материал может быть справочным по использованию пакета математических программ для решения задач вычислительного характера, предусмотренных программой для студентов экономических специальностей.

Геометрические формы бинорма Ньютона и дуальная теорема Пифагора

Соколова Н. М.

Белорусский национальный технический университет

На основе нового, *спинорного*, подхода к формулировке универсальных законов доказана дуальная теорема Пифагора [1]. «Квадрат гипотенузы прямоугольного треугольника равен сумме площадей двух дуальных прямоугольников, равновеликих квадратам соответствующих катетов».

$$a_p a_n + b_p b_n = a_1 c + b_1 c = a_2^2 + b_2^2 \equiv c^2. \quad (1)$$

Здесь a_p, a_n, b_p, b_n – длины ребер «правильных многогранников в пространстве размерности n и в «фрактальном» пространстве размерности $p = \frac{n}{n+1}$. При $n=2, a_p = a_n : b_p = b_n$ и $c^2 = a_2^2 + b_2^2$ – классическая теорема Пифагора.

Дуальная теорема Пифагора:

$$c^n = (a_1 + b_1)^n = (a_1 + b_1)c^{n-1} = a_1 c^{n-1} + b_1 c^{n-1} = a_n^n + b_n^n \quad (2)$$

верна для каждой пары положительных чисел a_1 и b_1 таких, что $a_1 \neq 1, b_1 \neq 1, a_1 \neq b_1, c = a_1 + b_1$. Доказано, что бином Ньютона (2) при использовании тождества (1) имеет восемь тождественных форм, являющихся основой восьмеричного представления суперсимметрии – основы калибровочных преобразований в четырехмерном пространстве. Симметрии калибровочных полей – это геометрические симметрии, связанные с дополнительными измерениями пространства. В пространстве n измерений существует закон обратной степени $(n-1)$.

Итак, восемь суперсимметричных форм бинорма Ньютона могут быть применены к введению инвариантного базиса и к описанию единого физического поля.

1. Соколова, Н.М. Геометрическая интерпретация многочленов Ньютона и проектирование направленных отрезков в многомерные пространства // Вестник БНТУ. – 2004. – №5 – С. 57-59.

Распределение целых и рациональных точек на суперэллиптических кривых

Трелина Л. А.

Белорусский национальный технический университет

В приложениях требуется использовать эффективные алгоритмы специальных отображений множеств точек суперэллиптической кривой $y^m = f(x)$, $f(X) \in K[X]$, $m + \deg f > 4$, над конечным или числовым полем K .

Рассмотрены следующие два класса кривых и отображений.

Пусть $\{E\}_{R,C}$ – множество случайных эллиптических кривых E над \mathbb{Q} (над $K \supseteq \mathbb{Q}$, $[K:\mathbb{Q}] < \infty$), таких, что дискриминанты $D_E \neq 0$ и наибольший простой делитель произведения (норм) всех D_E не превосходит некоторой границы C . Пусть, далее, $B \subset K[t]$ – множество случайных двучленов не менее второй степени и со свободным членом, превосходящим по абсолютной величине вычисляемую в явном виде границу $\Omega = \Omega(C)$ ($\Omega = \Omega(C, K)$). Тогда отображения

$$\varphi_z : \{P\} \rightarrow B, \quad x_p \mapsto x_p + z, \quad |z| > \Omega,$$

множества всех целых точек на кривых семейства $\{E\}_{R,C}$ в множество B инъективны для каждого z .

Можно рассматривать результаты $R(E_i, E_j)$ вместо дискриминантов D_E . Для суперэллиптических кривых границы зависят также от $m, \deg f$.

С помощью второго класса отображений устанавливается зависимость между порядком группы рациональных точек эллиптической кривой $y^2 = x^3 + ax + b$ над простым конечным полем \mathbb{F}_p и свойствами периодических точек отображений $\Phi_1(z) = z^2 + A$, $\Phi_2(z, s) = (z^4 + s)/3\sqrt{3}$. Аналогично рассматриваются множества целых точек кривых $y^m = f(x)$ над числовыми полями.

Программа решения произвольной системы линейных уравнений в среде компьютерной алгебры Mathematica

Ласый П.Г.

Белорусский национальный технический университет

Современные программы компьютерной математики, такие как Mathematica, Maple, Mathcad имеют один существенный недостаток, сдерживающий их использование в учебном процессе по математике. Он заключается в том, что решение задачи пользователь получает сразу после ввода исходной информации и, таким образом, он не видит метода решения задачи и не участвует в процессе ее решения. Поскольку каждая из программ компьютерной алгебры имеет встроенный язык программирования, то выходом из этого положения может служить разработка обучающих программ, являющихся пошаговой реализацией математических алгоритмов.

Настоящий доклад посвящен описанию одной из таких обучающих программ для решения в среде Mathematica системы линейных алгебраических уравнений методом Жордана-Гаусса. Для управления программой создана панель, содержащая девять кнопок: *Ввод m, n* ; *Ввод матрицы A* ; *Формульный ввод A* ; *Ввод столбца B* ; *Формульный ввод B* ; *Базис системы*; *Жорданова форма*; *Решение системы*; *О программе*. Первые пять кнопок служат для ввода размерности системы, матрицы A коэффициентов системы и столбца B свободных членов, причем запрограммирован как поэлементный ввод матрицы A и столбца B , так и ввод с помощью формул. Заметим здесь, что элементами матрицы A и столбца B могут быть как числа (целые, рациональные или действительные), так и выражения, содержащие значения любых числовых функций. Например, среди данных

системы могут встретиться π , e , $\cos 1$, $\int_0^1 \frac{\sin x}{x} dx$ и т.д. После вво-

да списка базисных переменных можно с помощью соответствующих кнопок просмотреть жорданову форму расширенной матрицы данной системы и получить ее точное решение. Последняя кнопка выводит информацию о работе с данной программой.

Математическое моделирование процессов производства транспортного средства

Микулик Н. А., Чепелева Т.И.

Белорусский национальный политехнический университет

Метод математического моделирования успешно используется для задач, возникающих при проектировании производства и производственных процессов. При установке нового оборудования могут быть кратковременные сбои производства, сбои производства могут быть и по ряду других причин – выход из строя оборудования, перегрузка складов и т. п. Наиболее важной задачей на стадии проектирования производственного комплекса является задача синхронизации отдельных элементарных актов процесса производства, согласование их работы во времени. Для этого необходимо выбрать такие значения параметров процесса производства, которые в дальнейшем обеспечивали бы согласованную во времени работу всех элементов, рабочих блоков производства. В настоящее время нет общего метода решения данной задачи.

Метод моделирования позволяет проверить, действительно ли выбранные значения параметров обеспечивают достаточно гибкую синхронизацию процессов производства. Для описания отдельных моментов производственного процесса более удобно пользоваться смещенными единичными функциями. Производственные процессы могут быть процессами с отрицательной амплитудой. Они, как правило, изображают задержки производства, имеют импульсный характер.

Получено: если процесс производства запаздывает на величину α по времени, то огибающая спектра амплитуд смещенных скачков производственного процесса совпадает с $S(\omega)$, смещение дельта-процесса на величину α не изменяет его площади, при увеличении производственного процесса в $\delta(t)$ раз получается дельта-образный процесс производства (неединичный, импульсный) с достаточно большой амплитудой и нулевой длительностью.

Получена геометрическая интерпретация и проведены исследования процессов производства транспортных машин.

Федосик Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Пособия «Элементы численных методов», БНТУ, 2006г. и «Математика. Практикум по численным методам», БНТУ, 2006г. разработаны в соответствии с рабочей программой курса «Математика» ФИТР БНТУ. Они содержат основные разделы численных методов: прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, интерполирование, численное интегрирование и дифференцирование, основные понятия линейного программирования и разностных методов. Первое пособие содержит необходимые теоретические сведения – основные определения, понятия, формулировки теорем. Изложение этих сведений иллюстрируется решенными примерами. Пособие представляет собой курс лекций по численным методам. Второе пособие «Практикум по численным методам» содержит в начале каждой темы краткие теоретические сведения по рассматриваемому вопросу, далее разбираются решения типовых задач; в конце каждого раздела приводятся индивидуальные задания. Эти задания могут быть использованы и в качестве типовых расчетов. Пособия полезны для самостоятельного изучения раздела «Численные методы», особенно для заочных отделений вузов. Содержание пособий не привязано к быстро меняющемуся программному обеспечению ЭВМ и позволяет минимально зависеть от материальной базы, обеспечивающей учебный процесс, т.к. самое главное в численных методах не числа, а понимание методов решения поставленных задач. Поскольку согласно рабочей программе количество часов весьма ограничено (2 часа лекций, 3 – лабораторных или практических занятий в неделю; всего 85 часов), то при составлении пособий не включались темы, которые достаточно хорошо представлены в общем курсе математики, например элементы математической статистики. Элементы теории погрешности, представление числа в ЭВМ рассматриваются на специальностях «математическое обеспечение» и САПР в курсе информатики, поэтому в лекциях рассмотрено лишь влияние погрешностей округления на решение методом Гаусса, плохо обусловленных СЛАУ.

**Условия равномерной 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.

В случае $a(t) \equiv a, r(t) \equiv r$ точная область устойчивости уравнения (1) описывается условием $0 \leq ar \leq \pi/2$. В неавтономном случае условие

$$\alpha = \sup_{t \geq 0} \int_{t-r(t)}^t a(s) ds \leq \frac{3}{2}, \quad \forall t \geq t_0 \geq 0 \quad (2)$$

гарантирует равномерную устойчивость.

Обозначим $r^{-1}(t) = \sup\{r(s) : s - r(s) = t\}$. Предположим, что для некоторых $\alpha \leq 3/2, t_0 \geq 0$ и непрерывной функции $p: R_+ \rightarrow R$ имеет место

$$\int_{t-r(t)}^t a(s) ds \leq \alpha + p(t), \quad \int_{t-\Delta(t)}^t a(s) p(s+r^{-1}(s)) ds \leq 0, \quad \forall t \geq t_0, \quad (3)$$

где $\Delta(t) = \min\left\{r(t), \sup\left\{0 \leq \tau \leq t : \int_{t-\tau}^t a(s) ds\right\}\right\}$. Выполнение условий (3) гарантирует равномерную устойчивость уравнения (1).

Если в (3) нельзя положить $p(t) \equiv 0$, то условие (2) будет нарушено. Например, в случае $a(t) \equiv \cos \frac{9}{4} \pi t + 1, r(t) \equiv r \equiv \frac{4}{3}$ условия

(3) выполняются с $\alpha = \frac{3}{2}, p(t) = -\frac{1}{6} + \frac{8}{9\pi} \sin \pi t$ и, следовательно,

уравнение (1) равномерно устойчиво, несмотря на то, что

$\int_{t_k-r(t)}^{t_k} a(s) ds > \frac{\pi}{2} > \frac{3}{2}$ для любых $t_k = \frac{2(4k-3)}{9}, k \in N$.

Некоторые аспекты изложения темы «Элементы теории функций комплексного переменного»

Яцкевич Т.С.

Белорусский национальный технический университет

В программе по математике для студентов машиностроительного факультета на изучение отдельных важных тем отводится очень мало времени. Это затрудняет усвоение таких разделов студентами, не формирует достаточных навыков использования их в практических приложениях, вызывает сложности при изучении последующих тем, связанных с ними. Это в полной мере относится и к элементам теории функций комплексного переменного (ТФКП). В конце третьего семестра на изучение этой темы по программе отводится 4 лекционных часа и 4 часа практических занятий. Основное же использование ТФКП осуществляется при изложении операционного исчисления в начале четвертого семестра. Временной разрыв между изучением этих разделов не лучшим образом сказывается на знаниях студентов.

Учитывая все эти факторы, автор использует следующую методику при изучении ТФКП. Прежде всего, был разработан электронный конспект лекций и практических занятий по этой теме. Конспект содержит весь теоретический материал, предусмотренный программой, и очень большое количество решенных примеров (до 9 – 10 на отдельные темы). Материал практических занятий разработан с учетом важности отдельных разделов ТФКП и делает основной упор на самостоятельное его изучение. Чтобы побудить студентов к более глубокому освоению именно теоретических основ курса ТФКП, практические задания не содержат разобранных примеров. Поэтому студенту, прежде чем выполнять эти задания, обязательно приходится находить соответствующие параграфы в тексте лекций, подробно изучать их и разбирать предложенные решенные задачи.

Для контроля за качеством усвоения материала в начале 4 семестра студенты выполняют небольшой по объему типовой расчет, в который включается от 4 до 5 задач. Эта методика апробирована в течение пяти лет.

**Математическое
моделирование в прикладных
исследованиях и учебном
процессе**

Применение методов аналитической механики к решению задачи о растяжении (сжатии) упругого прямоугольника

Крушевский А.Е., Крушевский Е.А., Кузнецова А.А.
Белорусский национальный технический университет

С целью исследования решения на основе методов аналитической механики при устремлении числа аппроксимирующих функций к бесконечности и при задании негладких краевых условий была рассмотрена тестовая задача о сжатии упругого прямоугольника сосредоточенной силой, ступенчатой и треугольной нагрузкой. Решение осуществлено в двойных рядах Фурье с действительными членами в виде полиномов Лежандра.

Для определения десяти обобщенных перемещений имеем четыре вариационных уравнения и шесть уравнений связей из условий равновесия на контуре прямоугольника при $x = \pm a/2$ и при $y = \pm b/2$, которые сведены к функциональному уравнению вида $A(j) - \sum_{i=1}^{\infty} r_{ij} A(i) = f(j)$ решение которого осуществлено методом последовательных приближений. Для решения данного функционального уравнения на ЭВМ написана программа, которая предусматривает составление матрицы (r_{ij}) и матрицы-столбца $(f(j))$, их перемножение и сложение для трех видов нагрузки, а также вычисление напряжений внутри и на контуре прямоугольника при любом отношении его сторон.

Так, при сжатии упругого квадрата двумя сосредоточенными силами достаточно несколько членов ряда, чтобы получить достоверные результаты в центре. В частности, напряжение σ_y в центре квадрата при учете одного слагаемого ряда $\sigma_y = 0,958 P/a$, при четырех - $\sigma_y = 0,933 P/a$, при десяти - $\sigma_y = 0,942 P/a$. Дальнейшее увеличение числа слагаемых практически ничего не дает. Напомним, что результаты, полученные при решении этой задачи другими методами, таковы: $\sigma_y = 0,959 P/a$ (метод КЭ, 1680 алгебраических уравнений), $\sigma_y = 0,940 P/a$ (модифицированный вариационный метод Треффца, 50 алгебраических уравнений).

Оптимизация самостоятельной работы студентов с учетом бюджета времени

Бубнов В.Ф., Гурина Т.Н., Яблонская Л.А.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях в высшей школе складывается новая концепция характера образования. Цель учебного процесса заключается не только в передаче знаний и умений от преподавателя к студенту, но и во всемерном развитии у студентов способности к постоянному, непрерывному самообразованию, стремления к пополнению и обновлению знаний, к творческому использованию их на практике.

При решении этих проблем большая роль должна отводиться самостоятельной работе студентов. СРС – ведущий системообразующий фактор по отношению ко всей учебно-познавательной деятельности студентов.

Оптимальная организация СРС невозможна без управления ею со стороны преподавателя, без четкого планирования этой работы, без целенаправленного контроля и самоконтроля за ее осуществлением. Содержание заданий для самостоятельного изучения, их объем и сложность должны четко соответствовать трудоемкости учебных предметов и бюджету личного времени студентов. Необходимо учитывать коэффициент трудоемкости учебной дисциплины и бюджет времени для ее самостоятельной доработки, затраты времени, необходимые для усвоения и закрепления в памяти информации, получаемой на лекционных, практических и лабораторных занятиях.

Оптимизационный подход при организации и проведении СРС представляет собой совокупность принципов, которые нацеливают все компоненты педагогической деятельности и систему ими образуемую, на достижение максимальных результатов оптимальными средствами. Наиболее универсальным критерием оптимальности деятельности является время. К экономии времени в конечном счете сводится экономия любого труда. Однако время – не единственный критерий оптимизации. Важно чтобы цель достигалась не любой ценой, а при наименьшей затрате сил и средств деятельности.

**Опыт использования языка алгебраических структур
(систем) в курсах «Информатика» и «Высшая математика»
для студентов технических специальностей**

Новиков А.А.

Белорусский национальный технический университет

В естественных науках математика используется как язык для описания количественных характеристик изучаемых объектов и явлений, т.е. может рассматриваться как специализированный раздел естественного языка (ЕЯ). Язык математики состоит из нескольких взаимосвязанных и одинаково устроенных разделов, которые назовем алгебрами.

Опр. Алгебра – совокупность однотипных математических объектов и операций их порождения, т.е. действий позволяющих для любых двух (одного!?) объекта найти (вычислить) некий объект того же типа. Объекты разных алгебр связывают операции преобразования.

В ЕЯ аналогом понятий: «математические объекты» (МО) являются слова-существительные, «операции» - сочетающиеся с этими существительными глаголы, а утверждения в форме равенств или неравенств, образуемые чередующимися последовательностями МО и операций – суть предложения в ЕЯ.

Средняя школа дает два образчика алгебр: арифметика - алгебра чисел с шестью операциями порождения, геометрия – алгебра точек, отрезков и дуг окружностей с двумя «необычными» операциями – движения циркуля и линейки. В техническом вузе отводится два года на освоение алгебр: векторов (две операции порождения), матриц (четыре операции), функций (десять!), комплексных чисел, случайных событий и величин, уравнений и т.д. В естественных науках МО и операции над ними наделяются физическим или геометрическим содержимым, которое, никоим образом, не должно подменять универсальную математическую сущность этих понятий.

Стержневым этапом высшего технического образования является освоение МО–функция, который позволяет количественно описывать единое целое, как совокупность взаимосвязанных частей. Очень важна двойственная природа этого математического понятия и его аналог в ЕЯ: взаимопревращения существи-

тельных в глаголы и обратно. Для МО-чисел функции являются операциями, т.е. действиями – «глаголами». Будучи рассмотрены только сами по себе, функции превращаются в «существительные» и образуют алгебру со своими специфическими операциями порождения. Изучение и применение двух из них (взаимобратные бинарные операции дифференцирования и интегрирования) занимает добрую половину курсов математики и информатики.

УДК 539.3

Два вида обобщенных рядов Фурье

Акимов В.А., Кожушко В.В., Куриленко А.В.
Белорусский национальный технический университет

В работе [1] были рассмотрены обобщенные ряды Фурье вида

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \sin n^r x + B_n \cos n^r x),$$

где r – произвольное число (параметр).

В работе [2] рассматривались обобщенные ряды вида

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} [A_n (\sin nx + x \cos nx) + B_n (\cos nx + x \sin nx)];$$

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} (A_n^{(1)} \sin nx + B_n^{(2)} x \cos nx + B_n^k (\cos nx + x \sin nx)).$$

Разрабатываемый операторный метод позволяет найти коэффициенты этих разложений. Продолжается анализ их сходимости на различных интервалах. Для обобщенных рядов первого вида ставится задача указать оптимальный интервал сходимости в зависимости от параметра r . Во втором случае представляет интерес сравнения быстроты их сходимости по сравнению с обычными рядами.

Литература

1. Акимов, В.А. О расширении класса неортогональных рядов // Материалы международной НТК профессоров, преподавателей и аспирантов БГПА / Минск, 1999 г.– Часть 2. – С. 86.
2. Акимов, В.А. О разложении функций в тригонометрические ряды специального вида // Наука – образованию, производ-

УДК 629.735

Анализ условий равновесия рынков классической модели Кейнса

Шевченко Л. И.

Белорусский национальный технический университет

Как известно, основным назначением классической модели Кейнса является возможность определения механизмов достижения макроэкономического равновесия. В рамках модели выделяются три рынка: рынок товаров и услуг, рынок труда и рынок денег. Рассматривается математическое описание равновесия на каждом из них:

- рынок труда $Y = F(L)$,

$$F'(L) = \frac{w_0}{p};$$

- рынок товаров и услуг $S(Y) = Y - C(Y) = I(i)$,

- рынок денег $lpY + Q(i) = M$,

где Y - национальный доход;

L - объем трудовых ресурсов;

$F(L)$ - производственная функция;

$S(Y)$ - функция сбережений;

$C(Y)$ - функция потребления;

$I(i)$ - функция инвестиций;

i - норма процента;

p - индекс цен;

l - постоянная, характеризующая скорость обращения денег;

$Q(i)$ - функция ликвидных средств;

M - общая масса денег в обращении;

w_0 - номинальная заработная плата.

Предельно равновесное состояние упругой пластины с двумя дугообразными трещинами

Бахмат Г.Л.

Белорусский национальный технический университет

Пусть в упругой плоскости имеются две разные теплоизолированные трещины вдоль дуг окружности радиуса R , а на бесконечности задан однородный тепловой поток q_0 , направленный под углом β к оси O_x .

Комплексные координаты вершин разрезов в безразмерной системе координат O_ξ , $\sigma_1 = -\sigma_3 = e^{-i\omega}$, $\sigma_2 = \sigma_4 = e^{i\omega}$.

Используя специальное представление гармонической функции, комплексный потенциал температурного поля в этом случае получаем в виде

$$F(\xi) = F_0(\xi) + \frac{1}{2\pi} \int_L \frac{\gamma(\sigma)}{\sigma - \xi} d\sigma, \quad L = \sum_{k=1}^2 L_k, \quad \text{где}$$

действительная функция $\gamma(\sigma)$ определяется из интегрального уравнения

$$\frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\gamma'(\sigma) d\sigma}{\sigma - \sigma_0} = -q_1^0 / \sigma_0,$$

выразив $q_1^0(\sigma) = q_0 \operatorname{Re}^{i\beta} \gamma$ находим

$$\gamma'(\sigma) = \frac{q_0 R}{R_2^+(\sigma)} \left\{ \frac{e^{i\beta}}{\sigma^2} - 6^2 e^{-i\beta} + 2i \sin \beta \left[1 - \frac{2E(\sin \omega)}{F(\sin \omega)} \right] \right\},$$

где $F(k)$, $E(k)$ — полные эллиптические интегралы 1-го и 2-го рода. Предполагая, что берега трещин свободны от внешней нагрузки, решена задача по определению предельно-равновесного состояния такой пластины.

Используя полученные результаты определены предельные значения усилия $p^* = \min\{p_m^*\}$ и теплового потока q^* , вызывающие распространение трещин хотя бы в одном из их концов. Проведен численный анализ и построены кривые прочности в зависимости от угла β .

**Метод рационализирующих подстановок
во втузовском курсе математики**

Бахмат Г.Л.

Белорусский национальный технический университет

Исторически сложилось так, что изучение студентами рационализирующих подстановок, как правило, проводится в курсе математического анализа в разделе «Интегрирование», а в других разделах, в частности, при вычислении пределов последовательностей и функций, не находит должного применения. Вместе с тем использование метода рационализации оказывается весьма эффективным при вычислении пределов. При этом в качестве рационализирующих постановок применяются либо аналогичные подстановки, рационализирующие подинтегральное выражение, либо их модификации. Это, например, подстановки, рационализирующие дробно-линейные иррациональные выражения, подстановки Эйлера, универсальная тригонометрическая подстановки и т.д. Ввиду многообразия рационализирующих подстановок ограничимся приведенными выше и рассмотрим три примера при вычислении пределов конкретных функций:

1.

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt[m]{1+ax} - \sqrt[n]{1+ax}}{x} = \left| t = \sqrt[m]{1+ax} \right| = \frac{1}{a} \lim_{t \rightarrow 1} \frac{t^n - t^m}{t^{mn} - 1} = \frac{1}{a} \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{n} \right).$$

$$2. \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} (\sqrt{n+1} - \sqrt{n}) = \left| t = \sqrt{\frac{n+1}{n}} \right| = \lim_{t \rightarrow 1} \frac{1}{t+1} = \frac{1}{2}.$$

$$3. \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt[m]{(1+x)^n} - 1}{x} = \left| t = \sqrt[m]{1+x} \right| = \lim_{t \rightarrow 1} \frac{t^n - 1}{t^m - 1} = \frac{n}{m}.$$

На кафедре «Высшая математика №3» БНТУ проведена систематизация рационализирующих подстановок, рекомендованных к использованию на практических занятиях по теме «Вычисление пределов». Применение этого метода достаточно просто усваивается студентами и подготавливает их к изучению аналогичных методов интегрирования.

Построение общего операторного решения первой динамической задачи теории упругости для слоя

Акимов В.А.

Белорусский национальный технический университет

Решение системы дифференциальных уравнений данной задачи запишем в виде

$$u_1 = \gamma \Delta_1^2 \varphi_1 - (\gamma - 1) \partial_1 (\partial_1 \varphi_1 + \partial_2 \varphi_2 + \partial_3 \varphi_3),$$

$$u_2 = \gamma \Delta_1^2 \varphi_2 - (\gamma - 1) \partial_1 (\partial_1 \varphi_1 + \partial_2 \varphi_2 + \partial_3 \varphi_3),$$

$$u_3 = \gamma \Delta_1^2 \varphi_3 - (\gamma - 1) \partial_1 (\partial_1 \varphi_1 + \partial_2 \varphi_2 + \partial_3 \varphi_3),$$

где $\Delta_1^2 = \Delta^2 - c_1^{-2} \partial_1^2$, c_1 – скорость распространения в упругом теле продольной волны.

Функции $\varphi_i(x, y, z, t)$ $i = 1, 2, 3$ должны удовлетворять уравнению $\Delta_1^2 \Delta_2^2 \varphi_i = 0$. Для удобства анализа решения разобьем исходную задачу на симметричную по нормальным и кососимметричную по касательным напряжениям (Задача А) и на симметричную по касательным и кососимметричную по нормальным напряжениям (Задача В) относительно серединной плоскости.

В задаче А полагаем

$$\varphi_1 = [A_1 \cos(z \nabla_1) \sin^{-1}(h \nabla_1) + B_1 \cos(z \nabla_2) \sin^{-1}(h \nabla_2)] * f(x, y, t),$$

$$\varphi_2 = [A_2 \cos(z \nabla_1) \sin^{-1}(h \nabla_1) + B_2 \cos(z \nabla_2) \sin^{-1}(h \nabla_2)] * f(x, y, t),$$

$$\varphi_3 = [A_3 \sin(z \nabla_1) \sin^{-1}(h \nabla_1) + B_3 \sin(z \nabla_2) \sin^{-1}(h \nabla_2)] * f(x, y, t),$$

В задаче В полагаем

$$\varphi_1 = [D_1 \sin(z \nabla_1) \cos^{-1}(h \nabla_1) + E_1 \sin(z \nabla_2) \cos^{-1}(h \nabla_2)] * g(x, y, t),$$

$$\varphi_2 = [D_2 \sin(z \nabla_1) \cos^{-1}(h \nabla_1) + E_2 \sin(z \nabla_2) \cos^{-1}(h \nabla_2)] * g(x, y, t),$$

$$\varphi_3 = [D_3 \sin(z \nabla_1) \cos^{-1}(h \nabla_1) + E_3 \sin(z \nabla_2) \cos^{-1}(h \nabla_2)] * g(x, y, t).$$

В результате построено операторное решение первой основной динамической задачи теории упругости, удовлетворяющее условию и $\sigma_{13}|_{z=\pm h} = \sigma_{23}|_{z=\pm h} = 0$ и содержащей две производные функции $f(x, y, t)$ и $g(x, y, t)$.

**Математические модели
механики сплошных сред,
теории переноса и теории
обработки информации**

Решение задачи об концентрации напряжений в окрестности полости в упругопластическом пространстве с упрочнением

Нифагин В.А.

Белорусский национальный технический университет

Разработан метод решения пространственных краевых задач для упрочняющихся упругопластических тел на основе специальных представлений функций нескольких комплексных переменных [1]. Для линеаризации задачи применяется вариант метода возмущений – метод разложения по параметру нагружения и редукция к пространственной граничной задаче сопряжения на каждом этапе. Решение шести плоских задач и использование аппарата теории конечных морфизмов позволяет восстановить приближенное решение внутри трехмерной области.

В качестве примера использования метода решена задача об одноосном растяжении (сжатии) упругопластического пространства с шаровой полостью. Дан многопараметрический анализ напряженно-деформированного состояния среды в окрестности концентратора напряжений. Для учета влияния пластических свойств рассчитывались отнесенные к внешнему усилию нормальные и тангенциальные напряжения в сферической системе координат, а также значения коэффициента концентрации напряжений. Полученные результаты сравнивались с аналогичными в рамках деформационной теории пластичности для различных материалов. Коэффициент концентрации в окрестности полости уменьшается с увеличением параметра нагружения при $\Theta = \frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{2}$ в теории течения, причем скорость убывания становится больше. При увеличении нагрузки различие коэффициентов достигает 35% и отличие возрастает при приближении к $\Theta = \frac{\pi}{2}$.

Литература

1. Нифагин, В.А. Методы функций многих комплексных переменных в пространственных задачах математической теории пластичности // В.А. Нифагин. – Мн.: БНТУ, 2008. – 190 с.

Математическая модель колебаний нелинейного осциллятора с трением

Нифагин В.А., Кондратьева Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Моделью колебаний нелинейного осциллятора при наличии трения может служить тело массы m , которое движется под действием силы в некоторой среде, оказывающей сопротивление движению. Тело рассматривается как материальная точка с координатой x , $F(t)$ – отнесенное к массе возмущающее усилие, с точкой покоя $x = 0$, $A(t)$ – отнесенная сила трения, f – коэффициент трения. Тогда уравнение движения запишется в виде

$$\begin{aligned} \ddot{x}(t) + cx^2(t) + A(t)x(t) &= F(t), \\ x(0) &= a; \quad \dot{x}(0) = b \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$A(t) = \begin{cases} -fg \operatorname{sign}(\dot{x}(t)), & \dot{x}(t) \neq 0, \\ fg \operatorname{sign}(\dot{x}(t)), & \dot{x}(t) = 0, F(t)|x(t)| > fg, \\ 0, & \dot{x}(t) = 0, F(t)|x(t)| \leq fg; \end{cases} \quad (2)$$

$$F(t) = B \cos(\omega t + \alpha) / m; \quad c = 1 / m.$$

С механической точки зрения уравнение (1) меняет структуру, в зависимости от расположения фазовой точки (x, \dot{x}) , что обусловлено разрывностью силы трения $A(t)$ относительно скорости \dot{x} . При переходе скорости \dot{x} через значение, равное нулю, происходит смена уравнений.

Из уравнений (1), (2) видно, что если в некоторый момент времени t_0 выполняются условия $\dot{x} = 0$ и $F(t)|x(t)| \leq fg$, то $\ddot{x} = 0$. Движение системы прекращается, она находится в положении равновесия. Если же в момент времени t_0 выполняются условия $\dot{x} = 0$ и $F(t)|x(t)| > fg$, то $\ddot{x} \neq 0$ и из (2) получаем $\operatorname{sign} \ddot{x} = -\operatorname{sign} x$. Следовательно, при $t > t_0$ движение не прекращается. Трение в этот момент меняется на величину $2fg$. Численные расчеты показывают, что траектории движения в угловых точках приближаются к зоне застоя и попадают в нее.

Классификация изображений объектов на основе морфометрических признаков

Бокуть Л.В., Кулешов А.Я.

Белорусский национальный технический университет

Изображения земной поверхности широко используются для получения оперативной и точной информации о состоянии наземных экосистем. Распознавание объектов полутоновых изображений по их контурному представлению актуально для решения различных прикладных задач дистанционного зондирования Земли. Основные трудности при распознавании вызывают выбор признаков, по которым определяется принадлежности объектов к некоторому кластеру, и выбор правила оценивания показателя сходства.

Нормализация векторной модели исследуемого объекта по масштабу и ориентации позволяет сформировать адаптивную векторную модель и инвариантные информационные признаки.

Предлагается вычислять меру сходства исследуемого объекта, используя морфометрические признаки, в том числе координаты центра масс, длины главных осей инерции и эксцентриситет. Ориентация определяется как угол между максимальной осью инерции и осью ОХ. В таблице приведены меры сходства исследуемых объектов, вычисляемые относительно объекта №1, принимаемого за эталон.

| Номер объекта | Эксцентриситет E_i | Мера сходства M_i |
|---------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 0,26909950 | 1,00000000 |
| 2 | 0,37237493 | 0,89672457 |
| 3 | 0,61231385 | 0,65678565 |
| 4 | 0,34653399 | 0,92256551 |
| 5 | 0,48436883 | 0,78473067 |

Использование адаптивной векторной модели, эксцентриситета и меры сходства исследуемых объектов позволяют идентифицировать их контурные представления с высокой точностью, быстродействием и робастностью.

О дискретном спектре характеристических уравнений теории переноса излучения

Роговцов Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

При решении ряда важных теоретических и прикладных проблем астрофизики, физики атмосферы и океана, оптики дисперсных сред и задач, связанных с защитой от потоков нейтронов приходится исследовать свойства решений интегродифференциального уравнения переноса излучения (нейтронов). В свою очередь значительную часть информации об этих свойствах можно почерпнуть, если изучить свойства спектров и самих решений однородных и неоднородных характеристических уравнений, соответствующих указанному уравнению переноса. Данные уравнения являются интегральными уравнениями, которые в отличие, например, от уравнений Фердгольма, имеют как дискретные, так и непрерывный спектры. При получении строгих решений краевых задач для уравнения переноса излучения (нейтронов) необходимо знать все эти спектры. Однако при исследовании глубоких (асимптотических) режимов полей излучения (или нейтронов) достаточно ограничиться знанием только дискретных спектров характеристических уравнений. Кроме того надо знать собственные функции характеристических уравнений, соответствующих указанным дискретным спектрам. Особые сложности для исследования данных уравнений возникают тогда, когда фазовые функции, входящие в характеристические уравнения являются резко анизотропными в пределах единичной сферы. Именно для таких ситуаций построен эффективный алгоритм отыскания дискретных спектров и собственных функций характеристических уравнений теории переноса излучения (нейтронов). Этот алгоритм допускает удобную численную реализацию и апробирован при решении важных прикладных проблем атмосферной оптики.

При отыскании дискретных спектров характеристических уравнений и собственных функций широко использовались классические теоремы Перрона и Пинкерле, которые являются основополагающими в теории разностных уравнений и теории непрерывных дробей.

Связь между семействами нелинейных краевых задач для интегродифференциальных уравнений

Роговцов Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

К настоящему времени разработан ряд методов, позволяющих сводить решение краевых задач для дифференциальных уравнений к построению решений задач Коши для такого же типа уравнений. Среди этих методов следует отметить методы дифференцирования по параметру, прогонки, суперпозиции, расщепления, факторизации и классический вариант метода инвариантного погружения. Последний метод был предложен еще в 1956 году в работе Р. Белямана и Р. Калаба. Идея данного метода состояла в использовании процедуры погружения исходной задачи в семейство аналогичных задач и построении соотношений, уравнений, связывающих решения краевых задач, соответствующих бесконечно близким значениями параметров погружения. Классический вариант метода инвариантного погружения (ИМ) позволил свести целый ряд линейных краевых задач для дифференциальных и интегродифференциальных уравнений к решению задач Коши для уравнений, содержащих производные первого порядка по параметру погружения. Однако этот вариант ИМ не получил достаточного математического обоснования и с его помощью не удалось получить решение ни одной нелинейной краевой задачи.

На основе использования общих соотношений инвариантности предложен новый вариант метода инвариантного погружения, который позволил свести решение семейств нелинейных задач для интегродифференциальных уравнений к решению ряда задач Коши. В свою очередь решение данных задач Коши можно осуществить с помощью устойчивых численных алгоритмов. С помощью этого метода возможно получать решения некоторых краевых задач и задач Коши для ОДУ второго порядка и интегродифференциальных уравнений. Следует отметить, что предложенный метод позволяет находить оптимальные (в каком-либо смысле) значения параметров погружения. Данное обстоятельство представляет значительный интерес при отыскании наилучших решений различных прикладных задач.

Аппроксимации методом сингулярных вейвлетов

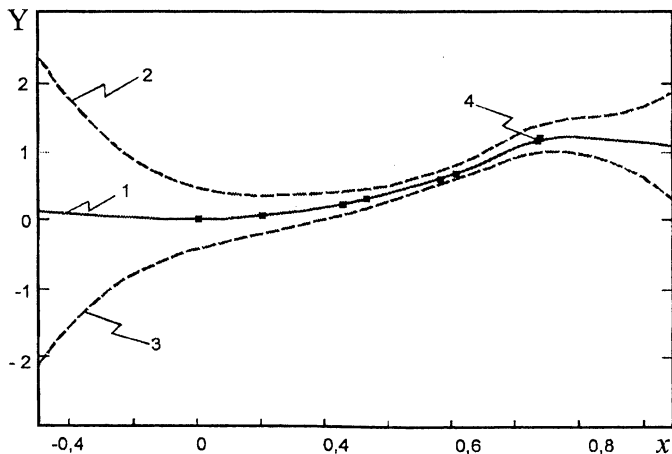
Романчак В.М., Серенков П.С.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается задача аппроксимации функции, заданной на дискретном множестве точек. Вводится определение сингулярного вейвлета, который допускает использование дельтаобразной функции.

Получена формула обращения сингулярного интегрального вейвлет-преобразования.

В дискретном случае можно применять ряд, коэффициенты которого предлагается вычислять, используя рекуррентный алгоритм.



1 – аппроксимация $Y^{\text{аппрокс}} = f(x)$;

2, 3 – соответственно верхняя и нижняя границы достоверности аппроксимации $Y^{\text{аппрокс}} = f(x)$

Аппроксимации массива данных суперпозицией вейвлетов в виде дельтаобразных функций

**Комплекс лабораторных работ
с возможностью удаленного доступа**

Дубровина О.В.

Белорусский национальный технический университет

Разработанный и внедренный на кафедре «Инженерная математика» БНТУ интегрированный комплекс позволил объединить все учебно-методические материалы кафедры для проведения лабораторных работ и практических занятий с использованием вычислительной техники, в единую систему. Благодаря своей архитектуре комплекс располагается на сервере, к которому имеется доступ из всех аудиторий, включенных в локальную сеть.

В настоящий момент туда включены следующие пособия лабораторные работы по курсу «Информатика», рассчитанного на три семестра; практических занятий по курсам «Прикладная математика» для общетехнических специальностей и специальностей 54.01.01, 54.01.02; практических и лабораторных занятий по курсу «Механика разрушения»; практических занятий по курсу «Криптографические методы и средства защиты информации» и для проведения лабораторных работ по математике для студентов механико-технологического факультета.

Данная система включает в себя возможность просмотра имеющихся в нем работ по учебным дисциплинам, редактирования и добавления работ, включения новых разработок, а также организации текущего контроля посредством ответов на вопросы или тестирования. Содержащиеся в нем материалы представляются в виде отдельных тематически разделенных работ, которые могут быть выполнены на занятиях или использованы самостоятельной работы. Общая концепция построения разделяет интерфейсы преподавателя и студента и предусматривает его персонафицированное использование. Реализованная клиент-серверная архитектура позволяет организовать работу даже в аудиториях с маломощными компьютерами при наличии сети, обеспечить высокую безопасность использования данного комплекса и максимально облегчить его администрирование. Система может эффективно использоваться и в варианте дистанционного обучения.

Методические разработки для курса «Прикладная математика» для специальностей 54.01.01, 54.01.02

Романчук В.М., Дубровина О.В., Прихач Н.К.
Белорусский национальный технический университет

Основной идеей данного курса является создание учебно-методического пособия, включающего в себя как теоретические материалы, так и задания для практических занятий, а также необходимые сведения о пакете Statistica и задания для лабораторных работ. Настоящий курс предлагается студентам специальностей 54.01.01, 54.01.02 и включает в себя лекционные (17 часов), практические (17 часов) и лабораторные (17 часов) занятия. Разработанный набор материалов для проведения практических занятий, включает в себя следующий набор тем:

- Точечные оценки числовых характеристик, их смысл, методы оценивания выборочных параметров
- Интервальные оценки числовых характеристик. Построение доверительных интервалов.
- Проверка статистических гипотез, включающая в себя проверку гипотез о нормальном распределении по критерию χ^2 , проверку гипотез о равенстве математического ожидания и дисперсий двух нормально распределенных выборок, проверку гипотезы об однородности выборки с помощью критериев χ^2 и Смирнова.
- Проведение корреляционного анализа и проверку значимости коэффициента корреляции, а также элементы ранговой корреляции.
- Построение регрессионных моделей, оценка параметров регрессии по методу наименьших квадратов, подбор наиболее адекватной модели, а также построение двумерной регрессионной модели.

Лабораторные занятия тематически согласуются с практическими и позволяют студентам овладеть навыками использования базовых модулей пакета Statistica для решения поставленных задач.

**Методическое обеспечение курса математики для студентов
механико-технологического факультета**

Прусова И.В., Глинская Е.А., Прихач Н.К.

Белорусский национальный технический университет

Специфика механико-технологического факультета приводит к необходимости разрабатывать эффективные модели подготовки студентов по математике с учетом объективных и субъективных особенностей факультета, которые состоят в следующем: невысокий проходной балл на вступительных экзаменах, отсутствие у большинства студентов глубокой базовой подготовки, недостаточное число часов, отведенных рабочей программой на изучение математики.

С другой стороны, в последнее время происходит интеграция математики и технических наук. Кроме того, народное хозяйство республики нуждается в специалистах этого факультета.

Поиск оптимального варианта подготовки студентов по математике на данном этапе, состоит в совершенствовании и пересмотре учебно-методического сопровождения курса дисциплины.

На кафедре «Инженерная математика» эта работа выполняется по следующим направлениям: издан электронный конспект лекций в соответствии с типовой программой; создан лабораторный практикум по математике и статистике. Этот комплекс лабораторных работ способствует внедрению новых информационных технологий в базовые образовательные дисциплины. Разработаны модели тестирования и методы оценивания текущих знаний по всем разделам математики первого и второго семестров обучения. С целью улучшения процесса усвоения знаний также в помощь студентам разработаны учебные пособия «Руководство к решению задач по математике» по всем разделам математики первого семестра обучения.

Предложенный способ реализации содержания обучения создает предпосылки перехода к модульному образованию. Такая модель обучения обеспечивает возможность подготовки специалистов с учетом базовых требований.

Вейвлет-анализ на интервалах с рациональными концевыми точками

Макарова Н.И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время большой проблемой в исследовании временных рядов остается наличие пропусков в данных. Основным подходом для исследования таких рядов является вейвлет-анализ на интервалах. В основе такого подхода лежит построение ортонормального вейвлет-базиса на интервале путем разбиения исходного базиса на три части (исследование поведения «сигнала» возле конечных точек интервала и в середине). В докладе рассматривается распространение такого подхода на случай конечного числа интервалов с рациональными концевыми точками или, более точно, с рациональной зависимостью от их длин.

Мы начинаем с построения пространств $V_j[a, b]$, формирующих кратномасштабный анализ на соответствующих интервалах, и пространств $W_j[a, b]$, формирующих вейвлет-базис, для случая произвольного конечного числа интервалов с рациональными концевыми точками. Наиболее трудной задачей здесь является определение минимального базиса и исключение влияния поведения данных на концах интервала.

Такой подход был предложен Андерсоном Л., Холлом Н. и др. Но метод, используемый в нашей работе, отличается от предложенного более точным определением индексных множеств, соответствующих вейвлетам, что способствует детальному описанию.

Таким образом построенный ортонормальный вейвлет-базис пространства $W_j[a, b]$ можно определить следующим образом:

$$\left\{ \Psi_{j, 2^j a - 2 + N + \frac{\delta_L}{2}}, \dots, \Psi_{j, 2^j a + \frac{\delta_L}{2} + t_L}, \dots, \Psi_{j, 2^j b - N + 1 - \frac{\delta_R}{2}}, \dots, \Psi_{j, 2^j b - 1 - \frac{\delta_R}{2} - t_R} \right\}.$$

Об объективности определяющих уравнений

Швед О.Л.

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси

В механике сплошных сред различают отсчетную и актуальную конфигурации. Для геометрически линейных моделей деформируемого твердого тела эти конфигурации являются близкими. Поэтому деформации там предполагаются малыми, а повороты игнорируются. Если вычислить линейный тензор деформации при жестком повороте тела, то он окажется ненулевым, хотя относительное смещение частиц тела отсутствует и его сплошность не нарушается. В моделях, учитывающих нелинейность изменения геометрии тела, такая парадоксальная ситуация исключается, указанный тензор здесь непригоден, а нелинейные тензоры деформации остаются, конечно, нулевыми. Нелинейные модели среды призваны для описания физических явлений, которые не объясняются в рамках линейной теории.

Одним из общих классических принципов построения определяющих уравнений является принцип материальной объективности. В [1] указано условие его совпадения с принципом инвариантности материальных характеристик при наложении жестких движений. Принцип материальной объективности утверждает, что все материальные характеристики должны входить в физические законы специальным образом: при замене системы отсчета изменяется и определяющее уравнение, но полученное уравнение должно быть равносильным исходному. Уравнения геометрически линейной теории часто оказываются непригодными для нелинейной теории, вследствие нарушения этого принципа. На примере уравнения вязкоупругой среды Максвелла показано как замена материальной производной тензора напряжений Коши на объективную позволяет сделать уравнение объективным, причем O -производная индифферентного тензора, не будет индифферентным тензором только при условии совпадения актуальной и отсчетной конфигураций.

Литература

1. Швед, О.Л. Об объективности уравнений в нелинейных теориях деформируемого твердого тела / О.Л. Швед // Вестник БНТУ, № 1, 2008, С. 57–60.

Физика

Переходные тепловые и оптические процессы в красных светодиодах

Бумай Ю.А.¹, Васьков О.С.¹, Доманевский Д.С.¹, Манего С.А.²,

¹Белорусский национальный технический университет,

²ГНУ Институт физики НАН Беларуси

Основной причиной преждевременной деградации светоизлучающих диодов (СИД) обычно является перегрев кристалла, связанный с отсутствием необходимого контроля тепловых параметров СИД, в частности, структуры внутреннего теплового сопротивления. В данной работе для изучения структуры внутреннего теплового сопротивления используется временная зависимость температуры перегрева активной области СИД на основе исследований переходных электрических процессов (изменения напряжения на СИД) при разогреве собственным током [1].

Исследованы мощные и индикаторные СИД фирм Lumileds, EPIGAP, Ligitek. Установлено, что для всех типов СИД наибольший вклад во внутреннее тепловое сопротивление вносит слой посадки (припоя, эвтектики, клея) кристалла на теплоотводящее основание.

Для СИД EPIGAP измерены тепловые сопротивления слоев посадки на основе припоя различной толщины (50-70 мкм). Показано, что тепловое сопротивление контактного слоя слабо зависит от его толщины и при экстраполяции ее к нулю сохраняет высокое значение. Это свидетельствует об определяющем вкладе в тепловое сопротивление слоя посадки его интерфейсных границ.

Для СИД Ligitek наблюдалось достаточно сильное уменьшение светового потока с повышением температуры. При этом, наибольшее изменение обнаружено для СИД с наибольшим тепловым сопротивлением слоя посадки.

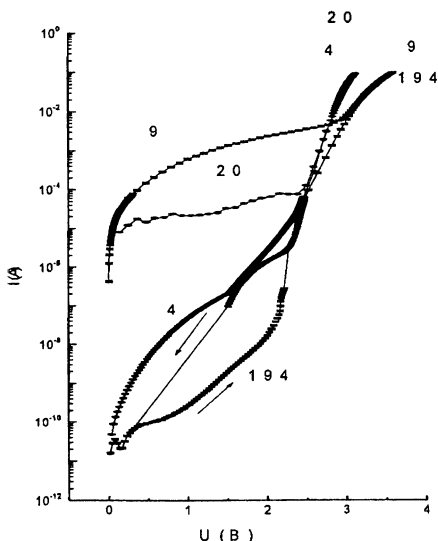
Литература

1. Бумай, Ю.А., Васьков, О.С., Доманевский, Д.С. // 6th Belarusian-Russian Workshop "Semiconductor lasers and systems". /Stepanov Institute of Physics of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, 4-8 June 2007. – Book of papers. – Minsk: Institute of Physics NASB, 2007. – С. 108-112.

Вольтамперные характеристики (ВАХ) светодиодов с множественными квантовыми ямами (МКЯ)

Бобученко Д.С., Бумай Ю.А., Васьков О.С., Хорунжий И.А.
Белорусский национальный технический университет

Цель работы: Оценка влияния остаточных технологических дефектов структуры на ВАХ и спектры электролюминесценции (ЭЛ). Из рис. 1 следует, что лучший по квантовой эффективности образец 194 (КЭ~18%) начинает люминесцировать в области туннельно-рекомбинационных токов (~15 мкА) при 2,4 В, а другой образец 9 (КЭ~6%) уже при 1 В показывает ток ~ 1 мА, хотя излучение появляется лишь при 2,7 В и токе 4,3 мА. Можно полагать, что это свидетельствует о наличии локальных омических короток, шунтирующих МКЯ и переходные слои в барьерах. Гистерезис в ВАХ образца 194 можно связать с наличием глубоких дефектов на гетерограницах.



194, 9 - исходные, 20, 4 – токовая деградация.

Рис.1. Вольт-амперные характеристики синих светодиодов.

Тонкая структура спектров электролюминесценции (ЭЛ) светополучающих диодов (СИД) с одиночной квантовой ямой InGaN/GaN

Бобученко Д.С., Доманевский Д.С., Хорунжий И.А.
Белорусский национальный технический университет

Цель работы - более детальный анализ изменений тонкой структуры спектров ЭЛ СИД типа NSPB500S фирмы Nichia, уже изучавшихся в [1]. Спектры регистрировались при оптическом и графическом разрешении не хуже 0,25 эВ. Зависимости интенсивности ЭЛ (I , I^2) и их производных от энергии квантов ($h\nu$) позволяют выделить (с точностью около ± 2 мэВ) следующие максимумы ЭЛ в областях: 1) 2,45–2,54 эВ, 2) 2,54–2,61 эВ, 3) 2,61–2,67 эВ, 4) 2,67–2,73 эВ, 5) 2,76–2,84 эВ. Приведенные энергетические интервалы характеризуют голубой сдвиг при изменении уровня возбуждения. Он составляет около 110 мэВ и является результатом четко выраженного разгараживания наиболее высокоэнергетических полос, при котором все-таки сохраняется соотношение их интенсивности с другими пиками. Такой эффект возможен, например, при многократном перепоглощении разгорающейся ЭЛ, которая может быть связана с более высокими подзонами квантовых состояний. Именно об этом, очевидно, свидетельствует формирование новой полосы у 2,63–2,66 эВ, при котором сохраняется прежняя граничная энергия $E_{01}=2,545$ эВ и появление новых $E_{02}^I=2,595$ эВ и $E_{02}^{II}=2,612$ эВ. Они также заполняются неравновесными дырками, рекомбинирующими с вырожденными 2D-электронами, которые занимают состояния новой параболической зоны проводимости. При 80 К новая полоса и ее граничная энергия смещаются к значениям $E_{02}^{III}=2,63$ эВ и $E_{\text{max}}=2,67$ эВ, а полосы в области 4 и 5 полностью исчезают.

1 Доманевский, Д.С. Арнаудов, Б.Г., Вилькоцкий, В.А. [и др.]. Спектры люминесценции гетеропереходов с одиночной GaN/InGaN квантовой ямой при различных уровнях возбуждения. //6th Belarusian-Russian Workshop "Semiconductor lasers and systems". – Minsk, Belarus, 4-8 June 2007. – Book of papers. – Minsk: Institute of Physics NASB, 2007. – PP.133-136.

Определение параметров НЕМТ

Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

Полевые транзисторы с высокой подвижностью электронов (НЕМТ) на основе гетероперехода GaAlAs-GaAs широко используются в технике высоких частот. Важной с практической точки зрения задачей является определение сопротивлений пассивных областей – прежде всего истока, так как это сопротивление определяет усилительные свойства транзистора и его собственные шумы. В данной работе проведено дальнейшее развитие метода определения данных параметров НЕМТ, предложенного ранее.

Вначале, как и в выполненных ранее работах, проводились измерения вольтамперных характеристик барьера Шоттки, смещенного в прямом направлении. В широком интервале токов (от 0,1 мкА до 0,1 мА) наблюдалась экспоненциальная зависимость тока от напряжения, что согласуется с моделью термоэлектронной эмиссии. Из полученных зависимостей определялась величина фактора идеальности.

Далее определялось отношение переменной составляющей напряжения между стоком и истоком к переменной составляющей тока затвора в прямом направлении при различных значениях тока стока. На основании полученных данных определялась зависимость так называемого конечного сопротивления от обратного тока стока. Полученная зависимость анализировалась более подробно, чем это имело место в ранее выполненных работах. Это связано с тем, что расчетная формула для определения сопротивления истока имеет простой вид только в узком интервале тока стока. Вначале данный интервал определялся приближенно, используя полученное ранее значение фактора идеальности. Далее внутри данного интервала для повышения точности конечного результата проводились дополнительные измерения, из которых по минимуму дисперсии определялась величина сопротивления истока, которая составляла для исследованных транзисторов 7-10 Ом. Сопротивление стока определялось, поменяв местами выводы истока и стока.

Фоточувствительность барьеров Шоттки, образованных на дисилициде титана путем осаждения палладияНовоселов А.М.¹, Емельяненко Ю.С.², Колос В.В.³,
Маркевич М.И.⁴¹Белорусский национальный технический университет²Институт физики НАН Беларуси, ³НПО «Интеграл»⁴Физико-технический институт НАН Беларуси

В настоящее время проявляется большой интерес к структурам кремний – дисилицид титана. Пленки дисилицида титана создавались авторами методом импульсной фотонной обработки систем TiN/Ti/SiO₂/Si, с последующим проведением их электроннографического анализа. В зависимости от режимов фотонной обработки можно получить слой дисилицида титана, обладающего как металлическими, так и полупроводниковыми свойствами. Для определения типа материала на поверхности дисилицида титана формировался барьер Шоттки методом вакуумного термического осаждения палладия. Пленка палладия имела толщину 100-150 ангстрем.

Было установлено, что некоторые модификации дисилицида титана обладают достаточно большой фоточувствительностью, что доказывает наличие у них полупроводниковых свойств. При выдерживании на воздухе, фоточувствительность барьеров Шоттки плавно уменьшалась более, чем в два раза, в течение 20 часов. Это объясняется накоплением атомов водорода в области барьера Шоттки, возникающих, при разложении воды на поверхности дисилицида титана, который обладает фотокаталитическими свойствами. Атомы водорода участвуют в образовании центров безызлучательной рекомбинации для фотоносителей. Это приводит к уменьшению фоточувствительности барьеров Шоттки, сформированных на дисилициде титана.

Полученные результаты показывают, что: (1) некоторые режимы фотонной обработки приводят к образованию дисилицида титана с полупроводниковыми свойствами; (2) для повышения временной стабильности тонкопленочных структур на основе дисилицида титана требуется их защита от воздействий окружающей среды.

Исследование динамического диапазона регулируемых поляризационных ослабителей оптического излучения

Развин Ю.В., Николаевский А.Р.

Белорусский национальный технический университет

Динамический диапазон работы современных оптических ослабителей чрезвычайно широк, поэтому прямое измерение их коэффициентов ослабления становится затруднительным. На практике широко используются расчетные методы определения коэффициентов ослабления конкретных схем ослабителей, учитывающие конструктивные особенности этих схем и характеристики оптических материалов, из которых выполнены элементы ослабителей. Такой подход позволяет сформулировать требования, предъявляемые к ослабителям, выполнить оценку случайных и систематических погрешностей выбранной схемы и, соответственно, повысить эффективность их применения. В данной работе детально рассматриваются вопросы, связанные с определением основных погрешностей регулируемых поляризационных оптических ослабителей.

Теоретический анализ исследуемых схем регулируемых оптических ослабителей выполнен при следующих условиях: спектральная нейтральность, отсутствие дифракционных потерь и равномерность ослабления светового потока по его сечению. Перечисленным условиям полностью удовлетворяют применяемые в работе поляризационные призмы Глана. В экспериментах использовались призмы Глана (световой размер - 20x20), выполненные из исландского шпата высшего качества.

Анализ показывает, что систематическая погрешность для кристаллических поляризаторов высокого качества не превышает 0,001%. При анализе схем ослабителей с дополнительным анизотропным элементом необходимо учитывать погрешности, обусловленные децентровкой и неточной установкой угла поворота вращающегося поляризатора. Использование в схемах ослабителя анизотропного ЖК-элемента позволяет устранить данные погрешности и, соответственно, увеличить динамический диапазон работы рассматриваемых схем поляризационных ослабителей.

**Исследование оптических методов определения
гранулометрического состава руд и продуктов их
обогащения**

Авраменко Е.Н., Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Качество и ассортимент продуктов обогащения существенно зависят от структурного состава получаемого концентрата. Одним из путей совершенствования производства является разработка новых методов гранулометрического анализа. Наиболее распространенным в горнорудной промышленности является метод ситового анализа. На практике также применяются методы микроскопического анализа, ультразвуковой и фотометрической диагностики. Эффективность известных методов гранулометрического анализа заметно снижается при микронных размерах зерен. Целью данной работы является исследование возможности применения дифракционных методов для определения гранулометрического состава продуктов обогащения.

Были выбраны соответствующие модели, описывающие достаточно точно рассматриваемые структуры (зерна минералов): микрочастицы круглого и прямоугольного сечения. В работе выполнен анализ распределения интенсивности при дифракции на исследуемых частицах, были рассмотрены случаи регулярного и хаотического их взаимного расположения. Получены расчетные формулы, позволяющие проводить оценку размеров микрочастиц. Проведено сравнение расчетных данных с экспериментальными результатами. В экспериментах использовались также различные образцы продуктов обогащения, выпускаемых объединением «Беларуськалий». На данном этапе исследований основное внимание уделено разработке методике подготовки пробы и регистрации получаемой дифракционной картины. Качественное сравнение результатов микроскопического и дифракционного анализов проб КС1 подтверждает перспективность разрабатываемого метода. Предлагаемый метод может быть также полезен при анализе различных продуктов тонкого измельчения, например, при производстве и контроле параметров цемента.

Разработка метода определения передаточных характеристик ЖК-экранов

Малаховская В.Э., Ермолович П.А.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является разработка и моделирование метода контроля матричных жидкокристаллических экранов и модуляторов на основе анализа диэлектрического гистерезиса. В общем случае гистерезисная петля является искаженной формой фигур Лиссажу. Анализ изменения формы наблюдаемых фигур является удобным методом исследования частотных, фазовых и амплитудных характеристик различных периодических процессов и может быть перспективным при изучении электрооптических эффектов в оптоэлектронике.

В работе достаточно полно изучены процессы формирования фигур Лиссажу, основанные на сложении двух взаимно перпендикулярных колебаний, и выполнены расчеты для различных частотных и амплитудных параметров этих колебаний. Исследованы процессы формирования диэлектрического гистерезиса ЖК-слоя. В качестве исследуемых элементов были выбраны жидкокристаллические панели с матричной организацией управляющих электродов. Данные устройства выполнены в виде плоских капилляров и представляют собой нелинейные электрооптические элементы. Экспериментальная часть работы проводилась на установке, содержащей генератор электрических сигналов ГЗ-118 и двухканальный осциллограф типа С1-83 с коммутационным блоком, работающий в режиме X-Y.

Гистерезис электрооптического переключения в ЖК-слое связан с фазовым сдвигом при изменении емкости электрооптического слоя и нелинейностью его вольт-амперной характеристики. Наблюдаемые гистерезисные явления наиболее ярко проявляются при насыщении электрооптического эффекта. Показано, что диэлектрический гистерезис зависит не только от напряженности управляющего электрического поля, но и от степени ориентации (порядка) модулирующей среды. Полученные результаты подвергнуты компьютерной обработке с целью совершенствования исследуемого метода.

**Предложения по модернизации лабораторной работы
“Изучение устройства и физических принципов работы
электронного осциллографа”**

Черный В.В., Александрова Э.Н.

Белорусский национальный технический университет

Электронные осциллографы являются уникальными по возможностям электроизмерительными приборами. Однако принципы их работы для современных приборов рассматриваются лишь в специальной литературе. В доступной для широкого круга студентов литературе эти принципы излагаются весьма упрощенно. Прежде всего, это касается устройства и работы схем развертки и синхронизации. Предлагаемые объяснения относятся к устаревшим принципам и схемам их реализации.

Возможность наблюдения устойчивого графического изображения исследуемого сигнала связана прежде всего с тем, что в период сигнала развертки наряду с временем прямого и обратного хода, входит еще и время блокировки. Длительность этого промежутка времени устанавливается схемой синхронизации таким образом, чтобы период сигнала развертки был кратен периоду исследуемого сигнала. Иначе говоря, каждый последующий запуск прямого хода схемы развертки происходит через промежуток времени, кратный периоду исследуемого сигнала. Для этого используются синхроимпульсы, получаемые с помощью специальной схемы. Для успешного усвоения принципа работы схем синхронизации и развертки предлагается привести параллельно графические зависимости от времени для исследуемого периодического сигнала, синхроимпульсов и сигнала развертки. В сигнале развертки должно обязательно учитываться время блокировки.

Современные осциллографы при появлении исследуемого сигнала автоматически переходят в ждущий режим работы генератора развертки. Для более углубленного изучения желательно привести график зависимости сигнала развертки от времени в данном режиме при наличии сигналов, характерных для него (сигнала с высокой скважностью, а также непериодического сигнала).

Новоселов А.М., Александрова Э.Н., Малаховская В.Э.
Белорусский национальный технический университет

Одной из важнейших задач курса физики в техническом вузе является начальное изучение принципов работы различных измерительных приборов и приобретение студентами навыков по их использованию, что является базой для быстрого освоения современных методов измерений, в том числе и методов оптической спектрометрии. Из-за небольшого объема лекционных занятий это может быть реализовано в физическом практикуме. В связи с этим, в учебной лаборатории кафедры экспериментальной и теоретической физики БНТУ особое внимание уделяется изучению спектральных приборов. В лабораторной работе (ЛР) 13 студенты изучают устройство, назначение, классы спектральных приборов, их основные характеристики и применение. Практически проводят градуировку монохроматора УМ-2 и определяют его основные характеристики – угловую и линейную дисперсии, минимальную спектральную ширину щели, максимальную разрешающую способность в зависимости от длины волны света. В ЛР 14 изучают виды спектрального анализа и методики проведения эмиссионного и абсорбционного качественного и количественного спектрального анализа, практически выполняют качественные виды анализа. В ЛР 11 с помощью монохроматора УМ-2 студенты изучают спектры атомарного водорода в видимой области. В ЛР 8 студенты проводят измерение спектров пропускания и поглощения родамина с использованием фотометра ФОУ. В ЛР 4 и 15 проводятся измерения характеристик фотоэлектрических преобразователей - фоторезисторов и фотоэлементов. Таким образом, указанная подборка работ представляет собой цикл лабораторных работ "Изучение и использование спектральных приборов", который является удачным дополнением к курсу лекций и может быть рекомендован студентам технических специальностей по согласованию с заинтересованными кафедрами.

Выносим благодарность доценту Бумаю Ю.А. за плодотворное обсуждение рассмотренных материалов.

Определение мощности излучения в сжатом слое плазмы холловского ускорителя

Сандригайло Л.Е., Аношко И.А., Ермаченко В.С.

Белорусский национальный технический университет
Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова

Торцевые холловские ускорители позволяют получать плазменные потоки до скоростей порядка 10^4 м/с. Они используются для моделирования процессов вхождения космических аппаратов, движущихся с огромными скоростями в атмосферы планет. При обтекании модели плазменным потоком в зоне торможения возникает сжатый слой.

В настоящей работе сжатый слой создавался перед плоской преградой, изготовленной в виде полого медного цилиндра диаметром 12 см, расположенного соосно с плазменной струей названного ускорителя.

Мощность излучения плазменных потоков $P_{\text{изл}}$ в сжатом слое найдена способом, который сводится к учету излучения каждого компонента плазмы в отсутствие поглощения и в предположении ЛТР. Значения величин $P_{\text{изл}}$ определяются составом плазмы, концентрацией излучающих частиц и температурой.

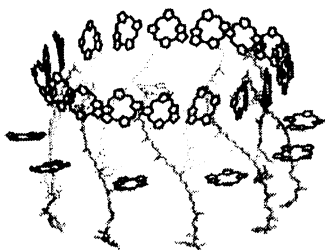
В рассматриваемом случае энергия излучения в сжатом слое найдена в сечении, отстоящем от среза сопла на расстоянии 130 мм. При расчетах $P_{\text{изл}}$ использованы ранее полученные результаты экспериментального определения концентрации электронов, температуры и давлений. Излучение нейтральной компоненты плазмы в сжатом слое найдено по температуре заселения атомов, излучение ионов – по электронной температуре. Установлено, что мощность излучения на 1 см длины сжатого слоя при разрядных токах 2200, 2600 и 3000 А составляют величины, соответственно равные $1,3 \cdot 10^5$, $1,5 \cdot 10^5$ и $1,6 \cdot 10^5$ Вт/см. Аналогичные величины, полученные в том же сечении свободной плазменной струи, соответственно равны $1,7 \cdot 10^2$, $4,4 \cdot 10^2$ и $8,7 \cdot 10^2$ Вт/см. Из их сопоставления вытекает, что мощность излучения в сжатом слое увеличивается на 2-3 порядка по сравнению с ее значением в свободной струе. Особенно резкий рост наблюдается для разрядного тока 2000 А.

Зенькевич Э.И., Сакевич Л.А.

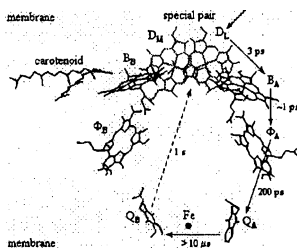
Белорусский национальный технический университет

Наноструктуры являются неотъемлемой частью природного мира. К ним относятся структурно-функциональные комплексы растений и фотосинтезирующих бактерий, элементы зрительного аппарата человека и животных, ферментативные комплексы, системы связывания и переноса кислорода в живых тканях и т.д. В настоящем сообщении рассматриваются основные спектрально-энергетические и функциональные свойства природных наноразмерных (≤ 100 нм) пигмент-белковых комплексов, входящих в состав светособирающих антенных комплексов, ССК (Рис. А) и реакционных центров, РЦ (Рис. Б) фотосинтезирующих бактерий и растений с участием молекул хлорофилла (Хл) и бактериохлорофилла (БХл).

А



Б



ССК фотосистем характеризуются высокой степенью пространственной и энергетической организации и обеспечивают поглощение солнечного света и быструю (в пикосекундном интервале времен) эффективную миграцию энергии электронного возбуждения к РЦ. Захват энергии синглетного возбуждения в этих РЦ осуществляется “специальной парой” (димер Хл или Бхл), после чего реализуется пикосекундный фотоиндуцированный перенос заряда от димера по системе электронных акцепторов с квантовой эффективностью $\sim 100\%$ даже при низких температурах, т. е. энергия электронного возбуждения трансформируется в химическую энергию разделенных зарядов.

Нанообъекты: свойства, современные методы исследований, возможные применения

Зенькевич Э.И.¹, Понявина А.Н.²

¹Белорусский национальный технический университет

²Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси

В соответствии с решениями Европейской академии технологических исследований, Британского Королевского общества и Королевской инженерной академии, *нанотехнология* определяется как разработка и изучение устройств и материалов на атомарном, молекулярном или макромолекулярном уровне с размерами ≤ 100 нм, свойства которых существенно отличаются от таковых для более крупных структур. Принципиальным свойством наноструктур является специфическая зависимость их физико-химических характеристик от размеров. В ближайшие 10 лет мировой рынок нанотехнологий достигнет 1 трлн долл. Доля России он оценивается в 1-2%, т.е. ~ 10 -20 млрд дол. В докладе приведен ряд примеров нанообъектов: полупроводниковые нанокристаллы (А), фотонные кристаллы (Б), пористый оксид алюминия (В) и углеродные нанотрубки (Г). Проводится анализ их основных свойств, демонстрируется проявление квантово-размерных эффектов и рассматриваются реализованные и возможные применения таких структур в различных областях науки и техники.



Перед учеными и практиками стоит серьезная задача – практически с нуля создать совершенно новую наукоемкую отрасль, включающую наноматериалы, а также наноэлектронику, нанобиологию, наномедицину и т.д.

**Особенности преподавания курса физики для студентов
экономических специальностей**

Князев М.А., Колесникова М.Т., Татаринев Б.А.

Белорусский национальный технический университет

Основная проблема при чтении курса общей физики для студентов экономических специальностей заключается в выборе материала в зависимости от специализации и факультета. Курс лекций ограничен по времени всего одним семестром и, как следствие, в значительной степени носит характер обзорного. Тем не менее, ряд вопросов, относящихся к основополагающим, необходимо излагать более подробно.

Студенты, поступающие на экономические специальности, не сдают централизованный экзамен по физике. Многие вопросы, на которые можно было бы просто сослаться при изучении той или иной темы, недостаточно усвоены ими со школьного курса. Поэтому требуется дополнительно резервировать время на рассмотрение вспомогательных вопросов.

Знание математического аппарата применительно к изучению физики таково, что на лекциях и практических занятиях приходится освещать те или иные конкретные вопросы из математики дополнительно.

Возможным способом решения этих проблем может являться изложение некоторых вопросов, которые в более объемных курсах рассматриваются на лекциях, во время практических занятий.

Целесообразно приводить во время лекций конкретные примеры применения физических законов именно в тех областях техники, с которыми будет связана работа студентов в будущем.

Определенный выигрыш во времени и усвоении курса можно получить, если при изложении материала, имеющего применение в разных областях физики (например, колебательные процессы, волны, поля), использовать сравнительные таблицы, в которых материал подается в компактной форме и позволяет продемонстрировать аналогии между различными явлениями.

Методика преподавания раздела «Электрические свойства металлов и полупроводников» в лекционном курсе общей физики и лабораторном практикуме

Кудин В.И., Мартинович В.А.

Белорусский национальный технический университет

Изучение общего курса физики является неотъемлемой частью обучения в техническом университете. В последние годы методика преподавания физики развивается под влиянием двух противоположных тенденций. С одной стороны, происходит уменьшение времени, отводимого преподаванию всей дисциплины, с другой стороны, содержание должно включать новые разделы интенсивно развивающейся физической науки. Важными факторами в решении этой проблемы является отбор и перестройка порядка изложения учебного материала, а также издание пособий для самостоятельного изучения отдельных тем.

Раздел «Электрические свойства металлов и полупроводников», включающий в себя элементы квантовой электронной теории металлов и полупроводников, теорию электропроводности, а также физические принципы работы полупроводниковых приборов, традиционно освещается в конце третьего семестра при трехсеместровом изучении физики. На кафедре «Техническая физика» существует трехлетний опыт изложения раздела во втором семестре в теме «Постоянный электрический ток». Актуальность изложения данного раздела в полном объеме (4 лекции) вызвана, в первую очередь, тем, что в учебных планах многих специальностей есть спецкурсы по полупроводниковым приборам. На кафедре имеется достаточная лабораторная база для закрепления материала. Вопросы по квантовой теории металлов и полупроводников выносятся на практические занятия и включены в задания для самостоятельной работы студентов. Также нами издано электронное учебное пособие, содержащее все вопросы данного раздела, которое будет размещено на сайте кафедры и позволит студентам использовать его самостоятельно в течение семестра при подготовке к выполнению лабораторных работ и экзаменам.

**Методика оценки показателей
магнитотропных реакций при очаговых травматических
повреждениях головного мозга**

Федулов А.С.¹, Борисов А.В.¹, Новиков А.Е.²,
Петраковский В.В.²

¹УО Белорусский государственный медицинский университет,

²Белорусский национальный технический университет

Проведено исследование клинико-неврологических, патоморфологических и электронейрофизиологических параметров у пациентов с очаговыми травматическими повреждениями головного мозга (ОТПГМ) под влиянием терапии с использованием низкочастотного магнитного поля (НЧМП). Исследование проводилось на базе нейрохирургического отделения УЗ «9-я ГКБ г. Минска». В основную группу вошли 47 пациентов в остром периоде ОТПГМ, получавших комплексное лечение с использованием НЧМП, позитивно воздействующее на метаболические процессы в области повреждения нервной ткани. Контрольная группа - 23 человека - получали лечение по традиционному протоколу.

Оценка состояния больных с ОТПГМ, производилась методами анализа выраженности общемозговой и очаговой симптоматики (по шкалам ком Глазго и НН), компьютерной томографии (КТ) (с использованием томоденситометрии и оценки динамики церебровентрикулярных индексов) и электроэнцефалографии (ЭЭГ) (с картированием данных ЭЭГ в режиме периодометрического, спектрального анализа и дипольного моделирования, с помощью компьютерной системы «Brainscan»). Сравнительный анализ данных ЭЭГ-картирования выявил ускорение нормализации амплитудно-частотных характеристик ЭЭГ, коррелирующее с выраженной позитивной динамикой состояния сознания, неврологического статуса и с уменьшением размеров ушиба мозга пациентов по данным КТ, у тех пациентов, которые получали лечение с применением НЧМП. Результаты исследования показали перспективность использования предложенной технологии терапии у лиц с ОТПГМ и обоснованность применения ЭЭГ-картирования для оценки эффективности проводимого лечения.

**Моделирование процессов абсорбции и десорбции газов
в биологических жидкостях**

Новиков А.Е., Петраковский В.В., Шибeko Е.М.
Белорусский национальный технический университет

В работе проведены исследования процессов десорбции газов из модельных водных растворов CO_2 , в виде минеральной воды газированной хлоридной натриевой фторсодержащей «Минская-3» СТБ 880, и NH_3 на основе 10% водного раствора аммиака по ГОСТ 24147-80 «Аммиак водный особой чистоты Технические условия» на разработанном и изготовленном модуле аутогемомагнитотерапии, при нормальной температуре и при повышенной (39°C), а также стабильном гипобарическом воздействии (-9кПа). Содержание аммиака в исследовавшемся растворе $\approx 1,1$ ммоль/л, что соответствует концентрации аммиака в норме в слюне человека и на 2 порядка выше, чем в крови.

Процесс десорбции контролировался электрохимическим методом (с применением рН-метрии) и методами аналитической химии, специфическими к определяемым газам.

Гипобарическое воздействие на раствор CO_2 значительно интенсифицировало процесс десорбции (до 37 раз) при нагреве модельной жидкости от 25°C до 39°C и последующем охлаждении до 25°C , в сравнении с таким же тепловым воздействием, но без барического воздействия.

Повышение температуры раствора NH_3 от 25°C до 40°C при одинаковом гипобарическом воздействии интенсифицировало процесс десорбции аммиака в 2 раза. Процесс десорбции аммиака во времени хорошо аппроксимируется убывающей квадратичной функцией. Отходящие газы, направляемые на фильтровальную бумагу, пропитанную солянокислым раствором метилового фиолетового (ТУ-09-945-88), позволяли наблюдать изменение цвета бумаги с синего на фиолетовый в месте выхода воздушной струи (чувствительность реакции – $0,025$ мг/л NH_3).

Аналогичная цветовая реакция наблюдалась для газов, извлекаемых при термогипобарическом воздействии на образец раствора с пониженной концентрацией аммиака $\approx 5,8$ мкмоль/л, хотя при изготовлении этого образца раствора значение рН практически не изменялось (с $7,00 \pm 0,01$ до $6,97 \pm 0,02$).

**К проблеме выбора типа устройств и аппаратов для
оптимизации технологии утилизации
асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО)**

Шибeko E.M.

Белорусский национальный технический университет

Для утилизации АСПО применяются следующие методы: термические (сжигание, сушка, пиролиз, термическая сепарация); химические (в частности, диспергирование с гидрофобными реагентами); биологические (с применением специальных углеводородоксилирующих бактерий); физические (отстаивание: гравитационное, в центробежном поле, фильтрованием и экстракцией); физико-химические (интенсификация физического метода применением специально подобранных химреагентов).

АСПО подвергаются фазовому разделению на нефтепродукт, воду и твердые механические примеси. с использованием физико-химических методов разделения фаз и разрушения водонефтяных эмульсий. Физико-химические свойства АСПО из донных осадков, характеризующиеся высокими значениями плотности (до 1800-1900кг/м³), вязкости (в 10-20 раз выше, чем у мазута), влажности (до 50%), содержания парафинов (до 19%масс) и зольности (до 65%), обуславливают необходимость в ходе утилизации перевода АСПО в низковязкие эмульсии. Для приготовления эмульсий при утилизации АСПО применяются следующие устройства и аппараты: механические машины (коллоидные мельницы-диспергаторы, мешалки), барботеры (пневматические и паровые) и ультразвуковые аппараты.

Наиболее технологичными, экономичными и надежными являются механические мешалки, с другой стороны, наилучшее качество эмульсий обеспечивают ультразвуковые аппараты-диспергаторы. Поэтому исходя из критериев обеспечения высокого качества конечного продукта (эмульсии), при одновременном обеспечении высокой технологичности и экономичности процесса, наилучшим классом устройств для реализации процесса утилизации АСПО (особенно донных отложений) представляются гидродинамические устройства роторного типа. Работа выполнялась в сотрудничестве с В.В. Петраковским и А.Е. Новиковым.

Совмещение натурального и компьютерного эксперимента в лабораторном практикуме

Русакевич Д.А., Севбитов С.Н., Трофименко Е.Е.
Белорусский национальный технический университет

Лабораторные стенды, которые используются в физическом практикуме, не всегда позволяют всесторонне исследовать изучаемое физическое явление. Как правило, в лабораторной работе изучается зависимость исследуемой физической величины от одного-двух параметров. Виртуальный компьютерный эксперимент, не являясь альтернативой натурному, дает возможность проделать те опыты, которые невозможно реализовать в учебной лаборатории. Например, в лабораторной работе «Определение коэффициента вязкости методом Стокса» благодаря компьютерному эксперименту студент может легко проверить зависимость коэффициента вязкости от температуры жидкости, от рода жидкости, от диаметра шарика, его массы и т.д. Кроме того, предварительное выполнение в начале занятия виртуального компьютерного эксперимента позволяет лучше подготовиться к проведению тех опытов, которые предстоит провести студенту в учебной лаборатории.

В основу построения компьютерных программ для большей наглядности и восприимчивости нами был положен принцип виртуальной реальности, в соответствии с которым, участвующие в диалоге объекты имитируют свои реальные прототипы, как по внешнему виду, так и по способу работы с ними. При выполнении компьютерного эксперимента студент «может» покрутить ручки экспериментальной установки и увидеть, как реагируют другие приборы.

Совмещение натурального и компьютерного эксперимента было опробовано на лабораторных работах: <Сложение взаимноперпендикулярных колебаний>, <Определение коэффициента трения качения>, <Определение коэффициента вязкости методом Стокса>.

Предлагаемый подход позволяет совершенствовать существующие лабораторные работы, преодолевая технические проблемы, которые имеют место в натурном эксперименте.

Лекционный эксперимент и интерактивные методы обучения в курсе физики

Русакевич Д.А., Пуко Р.А., Трофименко Е.Е.

Белорусский национальный технический университет

В условиях мобильной доступности и легкости получения информации во всех областях знаний возникает ряд вопросов методологии образовательного процесса. Один из них – какой должна быть лекция? Ценность лекции всегда определялась, прежде всего, личностью лектора. Можно выделить несколько периодов в развитии методики чтения лекций.

«Меловой» период. Доска, мел и лекционный эксперимент. Слушатели являлись активными участниками творческого процесса – открытия новых фактов, закономерностей и законов природы. Иногда лекция приводила к открытию не только учеников, но и учителей. Наиболее яркий пример: блестящий лектор датский физик Эрстед во время лекционного эксперимента обнаружил действие электрического тока на магнитную стрелку, что привело к возникновению новой области физики – электромагнетизма.

Период ТСО. Интенсивность и разнообразие применения ТСО являлись основным критерием качества лекций. Применение мультимедийных средств в лекционном курсе явилось просто техническим перевооружением. В худших случаях применение ТСО привело к вытеснению лекционного эксперимента, его замены компьютерным моделированием.

В настоящее время на кафедре «Техническая физика» проходят апробацию в учебном процессе новые технологии обучения с использованием интерактивной панели с программным обеспечением Starboard Software Suite. Панель дает возможность управлять демонстрацией с рабочего места, делать рукописные пометки и комментарии на экране, импортировать графические объекты, выделять ключевые моменты лекции, преобразовывать в текст рукописные заметки, сохранять, распечатывать или отсылать информацию электронной почтой. Замена мела на электронную графику в сочетании с натурным экспериментом, на наш взгляд позволяет значительно повысить эффективность лекции.

**Физические основы оптических линий связи
в лекционном курсе и лабораторном практикуме**

Митькина Н.Н., Пуко Р.А.

Белорусский национальный технический университет

Целью изучения курса физики для специальностей технического профиля в соответствии с типовой учебной программой по физике является: приблизить курс физики к особенностям и содержанию инженерной деятельности и показать место физики в современной технике и технологиях.

Современное телевидение, телефонная связь, локальные и глобальные компьютерные сети немыслимы без оптических линий связи. Передача информации по оптическим линиям связи имеет всего лишь 50-летнюю, но весьма бурную историю. В технологиях современных поколений в оптических линиях связи используются оптоволоконные кабели, когерентное излучение с модуляцией частоты или фазы сигнала. При этом достигается пропускная способность, измеряемая гигабитами в секунду при длине в сотни километров без регенерации. Именно поэтому в рабочую программу по физике для студентов специальностей факультета информационных технологий и робототехники включена тема «Волоконные световоды – основы оптических линий связи».

Краткое содержание лекции. Оптические линии связи – история вопроса и современность. Классификация – открытые и закрытые. Преимущества и недостатки. Оптоволоконные световоды – основа закрытых оптических линий связи. Физика оптических световодов. Преломление и полное отражение света. Принцип действия и устройство световода. Градиентные световоды и селфоки. Многомодовые и одномодовые световоды. Режимы прохождения луча. Искажение светового импульса, вызванного явлением дисперсии. Затухание оптического сигнала, вызванное рассеянием и поглощением.

В лабораторном практикуме на примере компьютерной сети университета предполагается изучение конструкций и параметров оптоволоконных кабелей, оптических соединителей и коннекторов, источников и приемников излучения, применяемых для передачи информации в компьютерных сетях.

Система диамагнетик-парамагнетик в сильном магнитном поле

Варвашеня А.И., Кошалевская А.Б.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучить основные закономерности поведения диа- и парамагнетиков в сильном магнитном поле, рассчитать толщину внешнего парамагнитного слоя h из РЗМ

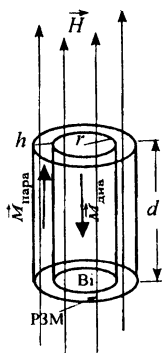


Рис.1. Система диа- парамагнетик

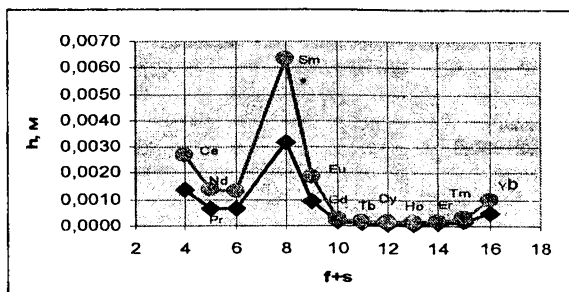


Рис.2. Зависимость толщины парамагнитного слоя от числа $f+s$ электронов РЗМ для цилиндра из Bi с г: (♦) 0,01 м; (●) 0,02 м

группы лантаноидов, при которой наблюдается равенство величин диамагнитного $M_{\text{диа}}$ и парамагнитного моментов $M_{\text{пара}}$ в коаксиальной цилиндрической системе, в которой внутренний цилиндр радиусом r изготовлен из висмута (рис.1).

Из равенства $M_{\text{диа}} = M_{\text{пара}}$ следует, что

$$h = \sqrt{\frac{V_{\text{пара}} + V_{\text{диа}}}{\pi d}} - r, \text{ где } V_{\text{пара}}, V_{\text{диа}} - \text{объемы парамагнитного}$$

слоя и цилиндра из висмута; d – высота цилиндра. На рис. 2 представлены результаты расчета толщины парамагнитного слоя из РЗМ группы лантаноидов, из которого видно, что наиболее тонкий слой получается для РЗМ с числом $f+s$ электронов от 10 до 14.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры физики, к.ф.-м.н. Юркевич Н.П.

Изучение основных закономерностей спектрального анализа в курсе общей физики

Баранов А.А., Юркевич Н.П.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы являлась разработка методического и лабораторного обеспечения для изучения основных закономерностей спектрального анализа студентами инженерно-технических специальностей. Спектральный анализ является сложным разделом курса общей физики в своей содержательной части. Поэтому является важным, чтобы изложение материала по данному разделу было доступно как для восприятия, так и для усвоения его студентами.

Структура методического обеспечения содержит следующие элементы. Вначале представлены основные понятия спектрального анализа, такие как энергетическое состояние, оптические и неоптические переходы, спектр, монохроматическое излучение, сплошные, полосатые и линейчатые спектры. Затем, на данной понятийной базе рассматривается полуэмпирическая теория спектра атома водорода и водородоподобных атомов, более глубоко описывается энергетическое состояние электрона на основе квантовых чисел и принципа Паули.

Наиболее сложные элементы спектрального анализа, такие как спин-орбитальное взаимодействие, вектор полного момента импульса, правила отбора, мультиплетная структура энергетических уровней излагаются с приведением конкретных примеров.

Так, приведено определение мультиплетности уровней для атома алюминия, имеющего три оптических электрона. На этой основе представлен энергетический спектр атома водорода, показано формирование спектральных линий для различных серий щелочных металлов, подробно рассмотрен спектр атома лития, доступно изложено возникновение молекулярных спектров. На основе соотношения неопределенностей Гейзенберга показано, как можно оценить ширину спектральной линии, кратко изложена суть эффектов Зеемана и Штарка.

Практика проведения занятий со студентами показала, что основная часть материала, изложенного в методическом пособии, достаточно хорошо усваивается.

Исследование теплопроводности газов

Бибик А.И., Олекевич В.А.

Белорусский национальный технический университет

Работа посвящена результатам постановки учебного эксперимента по исследованию общих закономерностей процессов переноса на примере изучения теплопроводности газов. В частности, исследуется распределение температур в воздушной прослойке между металлическими пластинами с различной температурой и определяется коэффициент теплопроводности воздуха.

Вывод рабочих формул выполнен в рамках приближения, в котором расстояние между металлическими пластинами принимается достаточно малым по сравнению с их линейными размерами, что позволяет считать температуру между пластинами зависящей только от координаты вдоль нормали к их плоскостям. В этом случае распределение температур между пластинами описывается формулой

$$T_{2\text{теор}} = T_3 \left[1 + \frac{x}{l} \left(\left(\frac{T_1}{T_3} \right)^{\frac{3}{2}} - 1 \right) \right]^{\frac{2}{3}},$$

где T_1 – температура верхней пластины, T_3 – температура нижней пластины (комнатная), l – расстояние между пластинами, x – расстояние от пластины с температурой T_3 .

Используемая в практикуме экспериментальная установка позволяет измерить с помощью перемещающегося с заданным шагом термодатчика распределение температур между пластинами, которое можно сравнить с расчетной зависимостью.

Рабочую формулу для определения коэффициента теплопроводности воздуха можно получить, зная количество теплоты, которое передается от нагретой пластины воздушной прослойке между ней и пластиной, имеющей комнатную температуру, и учитывая, что нагревание пластины в экспериментальной установке производится пропусканием через нее электрического тока.

Исследование методом Ритвельда особенностей кристаллической структуры соединения Zn_2TiO_4

Акимов А.И., Савчук Г.К.

Белорусский национальный технический университет

Синтез тугоплавких соединений с тетрагональной структурой осуществляется различными способами: синтез в водной фазе, метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, синтез в низкотемпературной плазме водород-кислородного пламени. Указанные методы трудоемкие, требуют специального оборудования и больших затрат энергии.

Данная работа посвящена изучению особенностей кристаллической структуры соединения Zn_2TiO_4 , полученного по керамической технологии с использованием катализатора.

Соединение Zn_2TiO_4 синтезировано из оксидов ZnO и TiO_2 методом твердофазных реакций с использованием катализатора при температуре $850^\circ C$. С целью получения керамик спекание синтезированных порошков производилось при $1100-1200^\circ C$ в течение 2-6 ч в атмосфере воздуха. Средний размер зерен полученных образцов составлял порядка 3-5 мкм. Для уточнения параметров кристаллической структуры использовалась программа "GSAS", работа которой основана на методе Ритвельда. Изучение кристаллической структуры соединения Zn_2TiO_4 осуществлялось в рамках пространственной группы $R4122$.

В результате исследований установлено, что образцы имеют тетрагональную структуру смешанной шпинели вида $Zn(Zn_{0,91}Ti_{0,19})(Ti_{0,91}Zn_{0,19})O_4$ с параметрами элементарной ячейки $a=6.00678 \text{ \AA}$, $c=8.4163 \text{ \AA}$.

Показано, что причиной искажения структуры шпинели является эффект Ян-Теллера. Определены длины межатомных расстояний в октаэдрической А-подрешетке и тетраэдрической В-подрешетке. Установлено, что расстояния между катионами В-В ($B=Ti$) значительно меньше расстояний между катионами А-А ($A=Zn$).

Диэлектрическая проницаемость полученной керамики, измеренная методом плоского конденсатора, составляет порядка 28-29, температурный коэффициент резонансной частоты $<17 \cdot 10^{-6} 1/^\circ C$, добротность составляет $Q \cdot f$ от 10 000 до 25 000 при $f=8,4 \text{ ГГц}$.

Статические характеристики опорного гидродинамического подшипника для минироторов

Кужир П.Г., Кужир П.П., Гульков Г.И.

Белорусский национальный технический университет

Магнитожидкостные подшипники могут быть с успехом применены при создании минироторов с высокой скоростью вращения и низким уровнем вибраций. Такие подшипники имеют ряд преимуществ перед обычными подшипниками скольжения, ибо обладают большой жёсткостью, хорошим демпфированием при высоких скоростях вращения, а также обладают способностью к самоуплотнению магнитожидкостной смазки.

В работе предложена методика расчёта опорного гидродинамического подшипника с продольными канавками, нарезанными на обечайке. Распределение давления в смазочном слое подшипника описывалось уравнением Рейнольдса. Методом конечных элементов рассчитано давление в смазочном слое с учётом кавитации.

На основе этого распределения рассчитана нагрузочная характеристика подшипника, т.е. определена зависимость статической нагрузки от эксцентриситета вала, а также рассчитана мощность потерь на вязкое трение.

Методом конечных элементов нами был рассчитан подшипник, для которого $L/D = 0.5$ (L – длина, D – диаметр подшипника), число канавок равно четырём и отношение глубины канавок к зазору составляет 1,5. Для вала с $D = 5$ мм, смазанного магнитной жидкостью с коэффициентом вязкости $\eta = 0.125$ Па·с при 25°C и радиальном зазоре 9 мкм давление внутри смазочного слоя составляет 17 бар.

Из профиля давления были рассчитаны силы реакции подшипника на приложенную нагрузку и рассчитана диссипируемая мощность. Оказалось, что для удержания веса ротора в 5Н, его ось должна быть смещена от центральной оси кожуха на величину безразмерного эксцентриситета $e = 0.3$ при скорости вращения 9600 об/мин (e – отношение размерного эксцентриситета к зазору подшипника). Диссипируемая мощность для такого ротора при вязкости смазки $\eta = 0,125$ Па·с не превышает 0,9 Вт.

Определение физико-механических характеристик материалов методом динамического индентирования

Кужир П.Г., Петренко С.И., Гудзь Г.П.

Белорусский национальный технический университет

С целью эффективного усвоения материала по разделу «Механические свойства и деформация твердых тел» в курсе «Техническая физика» мы предлагаем осуществить лабораторные работы по исследованию свойств металлов и синтетических полимеров контактно-динамическим методом, который основан на нанесении удара индентором по изделию, регистрации процесса взаимодействия изделия с бойком и последующей обработке полученных данных по специально разработанным алгоритмам. Результатом одного измерения является комплекс механических характеристик материала: твёрдость, модуль упругости, предел прочности, жёсткость, коэффициент вязкости.

Цель данной работы: экспериментальное определение характеристик вязкоупругих материалов. Основой для расчёта всех параметров является функция зависимости скорости проникновения индентора от времени. Дифференцируя эту функцию, можно получить значение ускорения в любой момент времени, а умножив ускорение на массу индентора – значение контактной силы $P(t)$, которая даёт представление о твёрдости материала

$$H = \frac{1}{\pi} \frac{dP}{Dd\alpha}$$
, где D – диаметр сферы наконечника индентора, α –

глубина его внедрения. Коэффициент жёсткости c можно найти из закона сохранения энергии. Учитывая, что для вязкоупругих

материалов $c = 1,06E\sqrt{R\alpha}_{max}^{1/2}$ можно рассчитать модуль Юнга по

формуле
$$E = 0,93 \frac{c}{\sqrt{R\alpha}_{max}^{1/2}}$$
, а используя формулу Герца для кон-

тактной силы
$$P = \frac{4E}{3(1-\nu^2)} \sqrt{R\alpha}_{max}^{3/2}$$
, рассчитать коэффициент

Пуассона. Расчёт вязкости производится по формуле

$$\eta = \frac{mv_0}{\alpha} \ln \left(\frac{v_0^2}{v_0^2 - v^2} \right).$$

О лабораторной работе «Определение длины волны монохроматического света с помощью колец Ньютона»

Баранов А.А., Юркевич Н.П., Точенов А.И.

Белорусский национальный технический университет

В большинстве лабораторных практикумов по физике при изучении явления интерференции на примере колец Ньютона традиционно определяют радиус кривизны линзы по известной длине волны монохроматического света.

Однако исторически дело обстояло наоборот: определяли длину световой волны по известному радиусу кривизны. Кольца Ньютона были открыты Р.Гуком, далее И.Ньютон установил связь между радиусом кривизны линзы и радиусом колец, а Т.Юнг объяснил интерференционную природу колец и использовал их для определения длины волны интерферирующего света.

Установка, состоящая из плоскопараллельной пластинки и плосковыпуклой линзы, представляет собой простейший интерферометр. Как показали проведенные на кафедре физики эксперименты, относительная точность определения длины волны монохроматического света по измеренным радиусам колец Ньютона при известном радиусе кривизны линзы составляет 2–4 %. Хотя такая погрешность уступает точности определения длины волны света с помощью дифракционной решётки на гониометре, но она не требует измерения углов с точностью до угловой секунды.

Для достижения точности 2% необходимо очень тщательно производить измерения. При этом наведение нити на кольца Ньютона с помощью микрометрического винта микроскопа следует производить ввинчиванием во избежание мертвого хода червячного механизма.

Радиус кривизны линзы известен из паспорта при заводском изготовлении линзы. Этот радиус кривизны можно также определять с помощью сферометра. При этом относительная ошибка радиуса кривизны не превышает 0,01%, и эта погрешность не дает заметного вклада в величину определяемой длины волны монохроматического света. Для получения более высокой точности надо использовать лазерный луч с точно фиксированной длиной световой волны.

Распределение напряженности импульсного магнитного поля вблизи электропроводящих объектов

Павлюченко В.В., Дорошевич Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Полученные нами экспериментальные зависимости.

1. Линейная зависимость максимальной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля вторичного источника $H_{\tau Sm}$ от толщины материала на начальном участке: $H_{\tau Sm} = kd$, где k – коэффициент, зависящий от времени нарастания импульса t_{max} .

2. Предельная толщина материала $d_{пред}$, при которой выполняется линейная зависимость $d_{пред} = p \cdot t_{max}$, где p – коэффициент, зависящий от удельной электропроводности материала σ .

3. Зависимость $H_{\tau Sm}$ от толщины материала: $H_{\tau Sm} = k_s \cdot H_{\tau 0m} \cdot (1 - e^{-bd})$ при $d > d_{пред}$, где $H_{\tau 0m}$ – максимальная величина тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля первичного источника, b – коэффициент, зависящий от σ и t_{max} , причем коэффициент k_s находят при толщине материала d , стремящейся к бесконечности: $k_s = \frac{H_{\tau Sm d \rightarrow \infty}}{H_{\tau 0m}}$.

4. Зависимость $H_{\tau Sm}$ от времени нарастания напряженности магнитного поля t_{max} : $H_{\tau Sm} = H_{\tau Smm} \cdot e^{-\frac{t_{max}}{t_e}}$, где $H_{\tau Smm}$ – предельная величина $H_{\tau Sm}$ при $t_{max} \rightarrow 0$, t_e – постоянная.

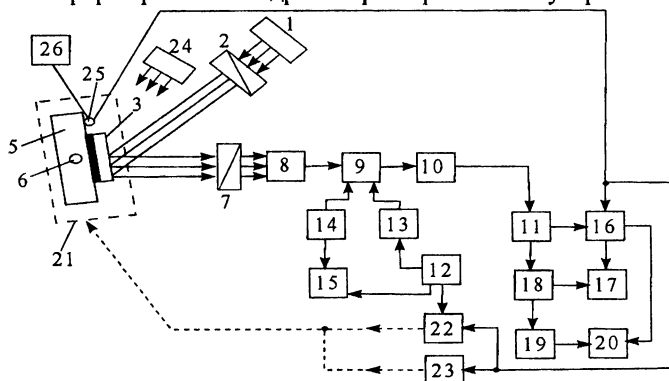
5. Зависимость $H_{\tau S}$ прошедшей полуволны от времени t : $H_{\tau S} = H_{0\tau S} \cdot e^{-\alpha t}$, где $H_{0\tau S}$ – максимальная величина тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля прошедшей полуволны, α – коэффициент, зависящий от толщины и ширины электропроводящей пластины, отсчет времени t с момента t_{max} поля первичного источника.

6. Закономерности изменения во времени нормальной H_{nm} и тангенциальной $H_{\tau m}$ составляющих с расстоянием до объекта. 7. Зависимость распределения H_{nm} и $H_{\tau m}$ от размеров объекта.

Павлюченко В.В.; Дорошевич Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Свет от источника 1 проходит через поляризатор 2 и магнитооптическую плёнку 3, отражается от зеркала 4, проходит через анализатор 7 и попадает в объектив 8. Намагничивающее устройство 21, запитанное от источника тока 22 или генератора 23, обеспечивает постепенное промагничивание материала 5. Изменяющееся во времени распределение доменной структуры плёнки 3, несущее информацию о магнитных и электрических свойствах материала 5 и параметрах дефекта 6, анализируется на телевизионном экране 17, пройдя путь по тракту: преобразователь оптического изображения в электрический сигнал 9 – предварительный усилитель 10 – видеосушитель преобразователя 11 – видеосушитель телевизионного приёмника 18 – экран 17. Устройство содержит синхрогенератор 12, генераторы строчной 13 и кадровой 14 развёрток преобразователя с блоком задержки формирования кадровой развёртки 15 с устройством



выбора строки сканирования для получения изображений материала в сечении, блоки синхронизации 19 и генераторы строчной и кадровой развёрток 20 приёмника, блок памяти 16 и дополнительный источник света 24, датчик Холла 25 с усилителем и блоком питания 26. Управление магнитным полем осуществляется с помощью обратных связей между выходами датчиков 3 и 25 и источниками 22 и 23.

Жидкие кристаллы на занятиях физического практикума

Самойлюкович В.А., Потачиц В.А.

Белорусский национальный технический университет

Стремительное развитие науки и техники требуют постоянного совершенствования курса физики, преподаваемого в техническом университете. Так, например, широко шагнувшие в нашу жизнь устройства на жидких кристаллах (ЖК) (дисплей электронных часов, калькуляторов, мобильных телефонов, мониторов компьютеров) привели к тому, что в раздел физики посвященный оптически анизотропным веществам уверенно вошли жидкие кристаллы и устройства отображения на их основе. Кроме лекционных часов на кафедре физики этим проблемам посвящена лабораторная работа.

Студенты знакомятся с основными физико-химическими свойствами ЖК: температурным диапазоном существования мезофазы, диэлектрической и оптической анизотропией, широким классом органических молекул, способных создавать анизотропные жидкости. Нами для исследования создана ЖК-структура, содержащая слой жидкого кристалла толщиной 10 мкм, расположенного между двумя оптическими подложками из стекла.

Ориентация молекул ЖК длинными осями параллельно плоскости подложки в заданном направлении достигается предварительным нанесением на внутренние поверхности подложек тонкого слоя полиметилметакрилата. Направление ориентации на подложках составляет 90° , т.е. создается закрученная, твистовая ЖК-структура. Такая структура оптически активна и вращает плоскость поляризации проходящего света на $\approx 90^{\circ}$. Студенты самостоятельно измеряют при помощи поляриметра угол поворота плоскости поляризации белого света таким устройством, рассчитывают удельное вращение, сравнивая его с удельным вращением плоскости поляризации кюветы с сахарным раствором, а также могут изучать зависимость угла поворота плоскости поляризации от длины волны проходящего света.

Усвоение лекционного и лабораторного материала позволит студентам лучше ориентироваться в стремительном потоке научно-технической информации.

**Мотивационная структура получения высшего
инженерного образования**

Климович И.А.

Белорусский национальный технический университет

Перемены, происходящие в современном обществе, приводят к изменениям во внутреннем мире современного студенчества, меняются его интересы и потребности, мотивы выбора профессии и получения высшего образования. С целью выявления этих мотивов в БНТУ было проведено статистическое исследование.

В исследовании приняли участие 285 человек 1-го, 2-го и 4-го курсов строительного факультета и факультета энергетического строительства. Студентам была предложена анкета, содержащая 11 вопросов. Эти вопросы можно разделить на 5 групп. При ответе на вопросы одной из групп студенты определяли мотивы выбора будущей профессиональной деятельности.

Обработка результатов опроса проведена с использованием программы SPSS 10.0 for Windows.

Основные мотивы получения высшего образования можно разделить на следующие группы [1]: интеллектуальные – образование ради знаний, прагматические – образование ради престижа, побочные, связанные с внеобразовательными причинами. При ответе на вопрос «Каковы мотивы выбора будущей профессии» студенты могли выбрать один или несколько ответов из семи предложенных.

Ответ «тяга к знаниям и культурным ценностям, интерес к учебе как таковой» выбрали только 8% опрошенных. Ответ «стать высокообразованным, культурным человеком, сделать карьеру» предпочли большинство студентов – 59.6%. Объективная полезность будущей профессии привлекла 43.5% опрошенных. Ответ «стремление стать богатым и преуспевающим» был интересен 39% отвечавших. Творческая сторона будущей инженерной деятельности студентов привлекла только 9% от общего числа опрошенных. Можно предположить, что среди студентов бытует мнение о том, что инженерный труд не относится к разряду творческого.

Литература

1. Вышэйшая школа. – №1. – 2007. – С. 7-11.

Распределение температуры в помещении с теплопереносом наружу

Шебиченко А.Ю., Девятайкина И.В., Предко А.А.
Белорусский национальный технический университет

1. Произведен расчет тепла Q_n , переносимого через поверхность S_2 за время Δt с сопротивлением теплопередачи R_{mp}^0 при тройном и одинарном остеклении в раздельно спаренных переплетах и без перегородки по формуле $Q_n = 1/R_{mp}^0 \cdot S_2 \cdot (t_{e2} - t_{e1})$. При тройном остеклении потери уменьшаются в 3,03 раза из-за увеличения термического сопротивления оконного проема, а без перегородки тепловые потери увеличиваются за счет увеличения перепада температур.

2. Авторами решена задача о распределении температуры по длине веранды, используя решение уравнения теплопроводности для пластины с теплообменом со средой, имеющей температуру $t_{нар}$ и температуру границы $t_{вн}$:

$$\frac{t_{нар}}{t_{вн}} = \frac{1+L(1-x/l)}{1+L} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2(\beta_n^2 + L^2) \sin(\beta_n x/l)}{\beta_n [L + L^2 + \beta_n^2]} e^{-\beta_n^2 t}, \text{ где } L, \beta_n, \beta -$$

коэффициенты. Получено, что распределение температуры воздуха на веранде уменьшается по закону близкому к экспоненциальному.

3. Нами установлено, что количество теплоты, проходящее через оконный проем при наружной температуре воздуха, изменяющийся по закону $t_{нар} = 10 - 5 \cdot \sin(\omega t - \varphi_0)$, увеличивается в 1,40 раз по сравнению с количеством теплоты, проходящим через световой проем при постоянной наружной температуре, равной 10°C , и меньше количества теплоты, переносимого через световой проем при постоянной наружной температуре, равной 5°C , в 1,17 раз.

4. При использовании уравнения по п.2 найдено экспоненциальное распределение температуры в воздушной прослойке в световом проеме, по координате, отсчитываемой от внутренней перегородки проёма по нормали к ней.

Работа выполнена под руководством Павлюченко В.В.

Равномерно пригодный расчет энергетических и термодинамических характеристик ансамбля осцилляторов Морзе

Иванов А.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время круг точно решаемых нетривиальных задач в квантовой механике и статистике практически исчерпан. В этой связи особого внимания заслуживает разработка алгоритмов приближенного описания квантовых систем. С прикладной точки зрения важно, чтобы такие алгоритмы были равномерно пригодными, то есть их вычислительная схема была достаточно простой и выполнялась во всем диапазоне изменения параметров системы.

В ходе работы было получено равномерно пригодное приближение для энергетического спектра и различных термодинамических характеристик ансамбля осцилляторов Морзе, системы, которая часто используется для описания свойств реальных молекулярных газов. Для этого с помощью операторного метода решения уравнения Шредингера было получено приближение для энергетических уровней и собственных функций стационарных состояний. Важно, что уже в нулевом приближении метода количество уровней энергии конечно, что соответствует реальной ситуации.

Полученные результаты обладают достаточно высокой точностью уже в нулевом приближении для любых значений параметров гамильтониана системы.

Далее было построено равномерно пригодное приближение для статистической суммы рассматриваемой системы и ряда других ее термодинамических характеристик: свободной энергии, теплоемкости, среднего значения энергии.

Для этого статистическая сумма была представлена в виде экспоненциального оператора специального вида, к которому далее применялось кумулянтное разложение, справедливое для любых экспоненциальных операторов при усреднении по нормированному базису. Кроме нулевого приближения рассмотрены также и поправки более высоких порядков. Показано, что точность результатов возрастает при учете поправок. Проведен расчет наблюдаемой характеристики газа с межатомным потенциалом Морзе – его теплоемкости.

Адаптация темы «Основы квантовой механики» при прочтении лекций студентам строительных специальностей

Бояршинова О.А., Иванов А.А.

Белорусский национальный технический университет

Тема «Основы квантовой механики» является одной из наиболее сложной для изучения тем курса физики и традиционно вызывает большие сложности у студентов. Тем не менее, она важна для понимания физической картины мира и развития физики на современном этапе.

Одна из важных особенностей данной темы – необходимость достаточно глубокой математической подготовки, четкое владение навыками дифференциального и интегрального исчисления, алгоритмами решения дифференциальных уравнений, понимание законов матричного анализа..

В работе приводится примерный план изучения темы «Основы квантовой механики» на лекционном курсе для студентов строительных специальностей технических вузов, разработанный на основе прочтения лекций на факультете транспортных коммуникаций БНТУ.

Рассмотрена методика изложения основных вопросов темы: корпускулярно-волновой двойственности свойств материи, волн де Бройля и их вероятностной интерпретации, соотношения неопределенностей Гейзенберга, временного и стационарного уравнения Шредингера. Изложены некоторые прикладные вопросы, касающиеся решения уравнения Шредингера для некоторых простейших случаев.

При изучении элементов квантовой механики, как и любых других разделов физики, особое значение имеет применение полученных знаний и навыков для решения задач. В материалах доклада приведены наиболее типичные задачи, решение которых необходимо для понимания основных квантовых принципов, уравнений и соотношений.

По результатам работы создана компьютерная программа для моделирования простейших квантовых задач: движения свободной частицы, частицы в прямоугольной потенциальной яме с бесконечными стенками, гармонического осциллятора. Сделанные в работе рекомендации могут быть применены при изучении курса общей физики в технических вузах.

Использование on-line тестирования при изучении физики студентами дистанционной формы обучения

Бояршинова О.А.

Белорусский национальный технический университет

Интернет технологии обладают значительным образовательным потенциалом, особенно в теории и практике дистанционного обучения. Для осуществления дистанционного обучения используют программные продукты, которые могут быть разработаны непосредственно сотрудниками образовательных учреждений, а могут быть куплены или арендованы. Однако, если даже не обращать внимания на стоимость подобных готовых продуктов, их все равно необходимо адаптировать к требованиям, предъявляемым учебной программой конкретного ВУЗа. К числу таких продуктов относится автоматическая система тестирования (АСТ) - программный продукт, позволяющий проводить тестирование на компьютере с использованием сетевых технологий.

Целью данной работы является создание и внедрение on-line тестирования по физике для студентов, обучающихся в МИДО БНТУ. Данное тестирование будет использовано как промежуточный этап контроля знаний студентов, направленный на, во-первых, предварительную диагностику способностей как каждого из студентов, так и оценку общего уровня знаний; во-вторых, возможность нескольких попыток выполнения тестовых заданий делает его не только контролирующим этапом, но и обучающим, ориентируя студента на уровень знаний и умений, предъявляемый по данной дисциплине.

Среди достоинств АСТ стоит отметить возможность сохранения результатов оценки знаний в единой базе данных, с последующим их использованием для выявления типичных ошибок студентов и их коррекции во время аудиторных занятий. Автоматическая система тестирования позволяет также из ограниченного числа тестовых заданий сформировать практически бесконечное множество вариантов, тем самым практически исключается возможность использования студентами бездумного переноса шаблонов с ответами.

**Теоретическая и
компьютерная
механика**

Свободные колебания многослойной круговой цилиндрической оболочки

Ботогова М.Г.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим пологую оболочку, составленную из N изотропных вязкоупругих слоев, характеризующихся толщиной h_k , модулем Юнга E_k , плотностью ρ_k , коэффициентом Пуассона ν_k , модулем поперечного сдвига G_k . Будем считать, что выполняются гипотезы теории слоистых оболочек, сформулированные Э.И. Григолюком и Г.М. Куликовым [1].

Определим частоту свободных колебаний свободно опертой цилиндрической оболочки

$$\Omega^2 = \frac{\pi^4 D}{\rho h R^4} \left[\frac{\left(\frac{m^2}{\lambda^2} + \frac{n^2}{\pi^2} \right)^{2+ \theta k} \left(\frac{m^2}{\lambda^2} + \frac{n^2}{\pi^2} \right)}{1 + k \left(\frac{m^2}{\lambda^2} + \frac{n^2}{\pi^2} \right)} + \frac{\mu^2 \frac{m^4}{\lambda^4}}{\left(\frac{m^2}{\lambda^2} + \frac{n^2}{\pi^2} \right)^2} \right],$$

где m – число полуволн по образующей цилиндра, n – число волн по окружности, $\lambda = \frac{l}{R}$, $\mu^2 = \frac{12(1-\nu^2)R^2}{\pi^4 h^2 \eta_3}$, $k = \frac{\pi^2 k^2}{R^2 \beta}$.

Рассмотрены колебания трехслойной круговой цилиндрической оболочки. При расчетах в качестве материала несущих слоев принимается керамический материал НККМ, в качестве заполнителя фторопласт.

Литература

1. Григолюк, Э.И., Куликов, Г.М. Многослойные армированные оболочки: Расчет пневматических шин / Э.И. Григолюк, Г.М. Куликов. – М.: Машиностроение, 1988. – 287 с.

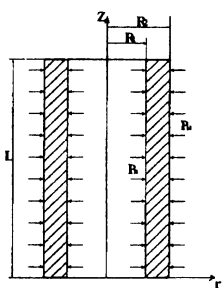
Прочность полых цилиндров при облучении

Клус С. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время элементы конструкций, подвергаемые облучению и неравномерному нагреву, представляют определенный интерес с точки зрения напряженно-деформированного состояния. Учитывая, что в перспективе Республика Беларусь собирается реализовать свою собственную ядерную программу эта проблема является достаточно актуальной.

Радиационное и тепловое воздействие на конструкции активных зон ядерных реакторов является достаточно существенным фактором при оценке работоспособности тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов), которые в большинстве случаев имеют форму цилиндров.



В данной работе рассматривается напряженно-деформированное состояние осесимметричного цилиндра в условиях объемных термических и радиационных деформаций (см. рис).

Решение задачи определялось численным методом, для чего были использованы уравнения равновесия, соотношения Коши и физические уравнения. Из физических уравнений выражались напряжения, которые в свою очередь выражались через перемещения (соотношение Коши) и подставлялись в уравнения равновесия. После чего уравнения равновесия представляются в виде разностной схемы и решаются с учетом граничных условий. Реализация численного метода производилась по средствам программы C++.

В результате расчетов были получены кривые зависимости перемещений, радиальных и окружных деформаций и напряжений от радиуса оболочки. Так же была получена кривая эквивалентных напряжений. В ходе выполнения работы был произведен сравнительный анализ численного решения с аналитическим, и было установлены погрешности при

численном решении в 0,5% для окружных напряжений и 2% для радиальных. Так же были получены кривые изменения напряжений с течением времени, связанные с радиационным распуханием.

УДК 539.3

Особенности распространения волн в упругом слое

Гончарова С.В.

Белорусский национальный технический университет

В работе [1] построено операторное решение первой основной задачи теорий упругости для слоя, удовлетворяющее условию $\sigma_{13}|z = \pm h = \sigma_{23}|_{z = \pm h} = 0$. Если еще дополнительно потребовать выполнения условия $\sigma_{33}|_{z = \pm h} = 0$, то мы придем к условию

$$\frac{(\nabla_2^2 + \nabla^2)^2}{4\nabla_1\nabla_2\nabla^2} = \operatorname{tg}(h\nabla_1)\operatorname{ctg}(h\nabla_2) \text{ в задаче А и условию}$$

$$\frac{(\nabla_2^2 + \nabla^2)^2}{4\nabla_1\nabla_2\nabla^2} = \operatorname{tg}(h\nabla_2)\operatorname{ctg}(h\nabla_1) \text{ в задаче В. Отсюда получаем}$$

$$\operatorname{tg}(h\nabla_1)\operatorname{ctg}(h\nabla_2) = \operatorname{tg}(h\nabla_2)\operatorname{ctg}(h\nabla_1) \text{ или } \operatorname{tg}^2(h\nabla_1) = \operatorname{tg}^2(h\nabla_2).$$

Последнее соотношение возможно лишь при условии $\nabla_1 = \nabla_2$. На основании этого можно сделать вывод, что нормальное $\sigma_{33} = 0$ напряжение возможно только в статических задачах теории упругости, а в динамических $\sigma_{33} \neq 0$.

Литература

1. Акимов, В.А., Кожушко, В.В., Куриленко, А.В. Устранение плеопазмов в операторном методе решения первой основной динамической задачи теории упругости / В.А. Акимов, В.В. Кожушко, А.В. Куриленко // Теоретическая и прикладная механика / Межведомственный сборник научно-методических статей. – Выпуск 23. – Минск, 2008. – С. 41-43.

Составление конечно-элементной модели на языке ANSYS для расчета напряжённо-деформированного состояния подпора водослива для малонапорных ГЭС

Куриленко А.Е.

Белорусский национальный технический университет

Основное внимание в работе уделено расчёту напряжённо-деформированного состояния подпора водослива. Предварительно были созданы различные варианты расчётных моделей формы подпора водослива, из которых выбрана оптимальная. Для решения рассматриваемой конструкторской задачи использовано программное обеспечение категории CAD, с помощью которого создана геометрическая модель подпора водослива.

С помощью пакета ANSYS для работы с геометрической и сеточной моделью построена оптимальная для рассматриваемой задачи сетка, позволяющая наиболее полно отразить особенности конструкции подпора водослива в расчётной модели. Для оценки надёжности подпора водослива выполнено решение упругой квазистатической конструкционной задачи методом конечных элементов в среде ANSYS.

При выборе силовой нагрузки учитывалась специфика ее распределения. Так как основным рабочим телом является жидкость (вода), то вполне логично представлять ее в виде неравномерно распределенной по заданной линии. При этом учитывались такие дополнительные характеристики как мощность и архитектура гидроэлектростанции, высота уровня потока.

Выполнен расчёт для определения напряжённо-деформированного состояния подпора водослива для малонапорных ГЭС, позволивший выявить возможности и направления для дальнейшей модернизации с целью повышения надёжности.

Литература

1. Чигарев, А.В. Ansys для инженеров: Справочное пособие / А.В. Чигарев, А.С. Кравчук, А.Ф. Смалюк. – М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.

**Решение второй основной динамической задачи теории
упругости операторно-символическим методом**

Кожушко В.В., Довнар С.В., Куриленко А.В.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим вторую основную задачу динамической теории упругости для области, ограниченной двумя параллельными плоскостями. Решение системы уравнений поставленной задачи запишем в виде

$$u_1 = \gamma \Delta_1^2 \varphi_1 - (\gamma - 1) \partial_1 (\partial_1 \varphi_1 + \partial_2 \varphi_2 + \partial_3 \varphi_3),$$

$$u_2 = \gamma \Delta_1^2 \varphi_2 - (\gamma - 1) \partial_1 (\partial_1 \varphi_1 + \partial_2 \varphi_2 + \partial_3 \varphi_3),$$

$$u_3 = \gamma \Delta_1^2 \varphi_3 - (\gamma - 1) \partial_1 (\partial_1 \varphi_1 + \partial_2 \varphi_2 + \partial_3 \varphi_3),$$

где $\Delta_1^2 = \Delta^2 - c_1^{-2} \partial_1^2$, c_1 – скорость распространения в упругом теле продольной волны.

Как и в первой основной динамической задаче теории упругости для задачи А полагаем

$$\varphi_1 = [A_1 \cos(z\nabla_1) \cos^{-1}(h\nabla_1) + B_1 \cos(z\nabla_2) \cos^{-1}(h\nabla_2)] * f(x, y, t),$$

$$\varphi_2 = [A_2 \cos(z\nabla_1) \sin^{-1}(h\nabla_1) + B_2 \cos(z\nabla_2) \cos^{-1}(h\nabla_2)] * f(x, y, t),$$

$$\varphi_3 = [A_3 \sin(z\nabla_1) \cos^{-1}(h\nabla_1) + B_3 \sin(z\nabla_2) \cos^{-1}(h\nabla_2)] * f(x, y, t).$$

Полагая в задаче В

$$\varphi_1 = [D_1 \sin(z\nabla_1) \sin^{-1}(h\nabla_1) + E_1 \sin(z\nabla_2) \sin^{-1}(h\nabla_2)] * g(x, y, t),$$

$$\varphi_2 = [D_2 \sin(z\nabla_1) \sin^{-1}(h\nabla_1) + E_2 \sin(z\nabla_2) \sin^{-1}(h\nabla_2)] * g(x, y, t),$$

$$\varphi_3 = [D_3 \sin(z\nabla_1) \sin^{-1}(h\nabla_1) + E_3 \sin(z\nabla_2) \sin^{-1}(h\nabla_2)] * g(x, y, t),$$

Полное перемещение равно сумме перемещений задач А и В. В результате построено операторное решение второй основной динамической задачи теории упругости, удовлетворяющее условию и $u_{1|z=zh} = u_{2|z=zh} = 0$ содержащее две произвольные аналитические функции. Уравнения равновесия внутри области удовлетворяются тождественно.

НДС сплошного цилиндра, подверженного температурному радиационному и силовому воздействию

Ширвель П.И.

Белорусский национальный технический университет

Объектом исследования является длинный осесимметричный сплошной цилиндр подверженный действию нейтронного облучения, неравномерному температурному полю и внешнему давлению одновременно, что аналогично нагрузкам, испытываемых топливными тепловыделяющими сердечниками твэлов ядерных реакторов. В связи с реализацией в РБ собственной ядерной программы возрастает значимость исследования и решения подобных задач с помощью ЭВМ. Цель — построение математической модели и расчет радиационно-термоупругой задачи для керметного сердечника.

В результате первого этапа исследования были получены аналитические выражения для определения НДС. Разработана математическая модель нахождения деформаций и напряжений, а также обоснован метод численного решения этой задачи. Найдены, на основе численного решения, значения основных характеристик НДС данной задачи. Решение исходной задачи запрограммировано в пакете Mathcad. Построены графики зависимости деформаций и напряжений от радиуса цилиндра при различных промежутках времени облучения. Проведена проверка результатов численного решения.

Второй этап исследования — конечно-элементное моделирование в среде программы ANSYS Workbench. Смоделировано сечение топливного керметного сердечника с последующим решением температурной и термоупругой задачи в комплексе ANSYS Workbench. Сопоставление результатов МКЭ с конечно-разностным методом. Результаты, полученные МКР и МКЭ (ANSYS Workbench) для термоупругой задачи, совпадают. Незначительное расхождение значений напряжений связано с ориентацией их в пространстве и принятой изначально осесимметричностью решаемой численно задачи.

Область применения — расчёты механики деформируемого твёрдого тела для конструкций материалов ядерной энергетики.

Методы дискретизации и гомогенизации в динамических задачах сложных механических систем

Чигарев А.В., Миронов Д.Н.

Белорусский национальный технический университет

Проблема диагностики и прогнозирования состояния сложных механических систем в течение эксплуатации является всегда актуальной. Особенно она важна при эксплуатации систем, на изготовление которых было затрачено большое количество материальных, временных и интеллектуальных затрат и от безотказности которых непосредственно зависят жизни людей и состояние других материальных ценностей. Одним из примеров таких систем является авиационный двигатель. Сложность проблемы заключается в оценке и учете всех динамических и температурных нагрузок, действующих на рассматриваемую механическую систему с учетом многих факторов.

Для наглядности и эффективности решения проблемы в работе применен метод искусственных нейронных сетей, который в настоящее время находит широкое применение в различных областях: от искусственного интеллекта до моделирования процессов разрушения в машиностроении.

В работе на основе статистических данных получены эмпирические зависимости позволяющие, с погрешностью 5 % оценивать долговечность авиационного двигателя, смоделирован процесс разрушения и разработан алгоритм поиска неисправностей. Описан и смоделирован процесс скрытой деградации материала и возникновения пор, макротрещин.

Все полученные результаты нашли практическое подтверждение на вибродиагностических испытаниях.

Рассмотренные математические методики и способы диагностики позволяют своевременно выявить и провести своевременную замену поврежденной детали двигателя, что не позволит выйти дефекту (повреждению) на более высокий уровень и преждевременно разрушить силовой модуль и двигатель в целом.

Методы программирования промышленных роботов

Чигарев В.А., Чигарева Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

Наиболее востребованные в сегодняшних условиях являются промышленные роботы первого поколения, характерной чертой которых является автономное или автоматическое управление с жесткой программой действий. В ходе эволюции роботов первого поколения наибольшее распространение получили

6-Координатные Роботы (6КР), конструкция которых позволяет приспособлять их под широчайший спектр операций. По сути меняется только операционное устройство и управляющая программа. Создание управляющих программ-алгоритмов для 6КР представляет наибольшую сложность во всём производственном процессе с участием таких роботов.

Программирование 6КР намного сложнее, чем программирование станков с ЧПУ, т.к. помимо траектории движения инструмента необходимо так же запрограммировать его положение в пространстве. Поэтому и методы программирования 6КР значительно сложнее и разнообразнее.

На данный момент существует 3 наиболее распространённых метода программирования 6КР:

- 1) Play-back - метод обучения - рабочий непосредственно руководит первым циклом инструмента;
- 2) Teach-in – метод основанный на задании оператором способа движения инструмента посредством джойстика;
- 3) Off-line – метод интерактивного программирования.

Два первых метода классифицируют как один метод — *онлайн*, третий же *офлайн*, как не требующий присутствия оператора.

С развитием вычислительной техники и повышением требований к технологическим процессам *офлайн* метод стал наиболее дешёвым и перспективным. На данный момент он является доминирующим методом в развитых странах.

**Общепромышленные и
комплексные проблемы**

**Метрология,
стандартизация
и управление качеством**

Построение прилегающей плоскости на основе дифференциального подхода

Дадьков К.И.

Белорусский национальный технический университет

Наибольшая методическая составляющая неопределенности традиционных методов апланометрии обусловлена использованием вместо прилегающей плоскости близких по расположению плоскостей. В настоящее время отсутствуют универсальные методы построения прилегающей плоскости, применимые для исследования любых номинально плоских поверхностей. Задачу построения прилегающих элементов можно решить, дифференцируя поверхности по следующим признакам:

1. Вид контура, ограничивающего номинально плоскую поверхность.

2. Вид геометрической поверхности, при помощи которой можно аппроксимировать реальную номинально плоскую поверхность; при аппроксимируемой поверхности выше второго порядка рекомендуется исследуемую поверхность описать как кусочно-непрерывную при помощи бикубических сплайнов, после чего рассматривать отдельно каждую локальную область как ограниченную поверхность второго порядка.

3. Омбиличность аппроксимируемой поверхности. При помощи данного критерия определяют, является ли аппроксимируемая поверхность выпуклой, вогнутой или выпукло-вогнутой.

4. Наличие на исследуемой поверхности элементов прерывания, характер их расположения.

Предлагаемый дифференцированный подход определения уравнения прилегающей плоскости и нахождения отклонения от плоскостности применим для любых поверхностей, номинально плоских поверхностей, аппроксимируемых произвольными поверхностями второго порядка или бикубическими сплайнами и ограниченных произвольным контуром. Проводя на стадии предварительного анализа технологических процессов оценку воспроизводимости геометрической формы аппроксимируемых поверхностей, необходимо подтвердить возможность применимости методов апланометрии, основанных на аналитическом моделировании поверхностей.

Спесивцева Ю.Б.

Белорусский национальный технический университет

Функционально-стоимостный анализ (ФСА) – метод исследования функций объектов, направленный на обеспечение их необходимых свойств при минимальных затратах на всех этапах жизненного цикла. Стоимость излишней точности или потеря качества из-за слишком широких допусков на функциональные геометрические параметры приводят к потере конкурентоспособности изделий. Назначение оптимальных норм точности возможно в том случае, когда техническая задача строго математически описана и формализована. Для этой цели может быть использована теория размерных цепей, дополненная расчетами технологической калькуляции.

Предлагаемый подход к назначению допусковых отклонений на геометрические параметры деталей основан на определении для каждого звена размерной цепи зависимости технологической себестоимости от достигаемой точности. Это даёт возможность при проектировании норм точности звеньев учитывать затраты на изготовление деталей. При создании методики были решены следующие задачи:

- Введено понятие технологичности размерной цепи – свойства размерной цепи, определяющего ее приспособленность к достижению оптимальных затрат на производстве.
- Получены формулы, связывающие допуск и «показатель технологичности» звена при максимальной точности аппроксимации зависимости между ними, заданной в произвольном числе точек.
- Предложена методика построения зависимости технологичности звена от его точности на основе классификации звеньев размерных цепей.

Проектирование норм точности с использованием предлагаемого подхода позволяет снизить технологические затраты на точность элементов конструкций деталей, определяющих составляющие звенья конструкторских размерных цепей изделий в среднем на 10-15% при безусловном обеспечении его показателей качества.

Принципы определения технологичности конструкторских размерных цепей

Соломахо В.Л., Спесивцева Ю.Б.

Белорусский национальный технический университет

Задача формализации определения оптимальных норм точности составляющих звеньев конструкторских размерных цепей требует разработки критериев, которые обеспечат точностные показатели исходных звеньев при минимальных технологической себестоимости и трудоемкости получения всех звеньев цепи. Назначаемые допуски определяют возможные технологические процессы, а поскольку понятие «технологичность» на этом этапе можно рассматривать как экономичность и производительность изготовления элементов конструкций деталей, определяющих звенья, можно говорить о технологичности размерной цепи.

Для количественной оценки технологичности размерной цепи предлагается использовать показатель технологичности, равный сумме показателей технологичности составляющих звеньев. Звено размерной цепи можно рассматривать как совокупность элементарных поверхностей, точность размеров, геометрической формы и взаимного расположения которых определяют точность звена. Поэтому определение технологичности составляющих звеньев различных уровней точности может быть сведено к нахождению суммы показателей технологичности типовых поверхностей, определяющих звенья.

Задача расчета показателя технологичности конкретного конструктивного элемента детали может быть решена при создании информационной базы, основанной на классификационных признаках, определяющих выбор технологического процесса (типы поверхностей, твердость, геометрические характеристики, габаритные размеры детали, серийность производства и др.). В основу расчета положены конструктивные элементы деталей с единичной протяженностью и «средними» физико-механическими свойствами материала детали. Информационная база может быть построена на основе систематизации справочной информации, либо по данным конкретных предприятий, что позволяет получить оптимальные для них результаты.

Практическое применение классификации динамометрических ключей

Блюменталь Э.С., Сердюкова Т.В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в Беларуси большое значение приобретает метрологическое обеспечение измерения моментов сил. Это обусловлено расширением сертификации услуг автосервиса и строительных работ, что требует применения динамометрических ключей, внесенных в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь. Существует много конструкций регулируемых и нерегулируемых ключей динамометрических. Условно их можно подразделить на механические (гидравлические, пневматические) и электронные (электрические). В зависимости от способа передачи измерительной информации приборы подразделяются на аналоговые и цифровые. В качестве чувствительного элемента чаще всего применяют: торсион (деформация кручения); балку (деформация изгиба, сжатия, редко – растяжения); плоскую пружину, пакет плоских пружин (деформация изгиба); спиральную пружину (деформация сжатия или растяжения); комбинацию перечисленных элементов.

В Беларуси существуют только ТУ на выпускаемые динамометрические ключи. Большинство применяемых приборов не внесены в Госреестр Республики Беларусь. Поэтому чрезвычайно сложно выбрать необходимый прибор для каждого конкретного случая в производстве, тем более выбрать оптимальный вариант с учетом всех метрологических характеристик.

Предлагается широкая классификация ключей динамометрических, включающая максимальное количество факторов (принцип действия, вид передачи информации, конструкция, присоединительные размеры, габариты, вес, точностные характеристики и т.д.).

На основе такой классификации можно разработать прикладную программу оптимизации выбора динамометрических ключей с учетом точностных параметров, а также разработать на ключи ТНПА на уровне ТКП или СТБ.

Методическое обеспечение проектирования ТНПА на условные обозначения

Станкевич М.В.

Белорусский национальный технический университет

При проектировании условных обозначений, знаков, в том числе применяемых для маркировки продукции, необходимо соблюдать следующие основные требования к стандартизуемым условным изображениям: семантические, прагматические, требования технологичности, эстетичности, требования к уровню защиты (при необходимости), наличие прав на использование государственных символов (флага, герба и т.д.) и символов международных организаций (при необходимости) и др.

При проектировании ТНПА на условные обозначения возможно применение следующих способов стандартизации знаков и символов:

- *по степени детализации:*
 - с нормированием формы и размеров отдельных элементов, на которые разделяют условное обозначение;
 - с установлением всех требований на одном виде;
- *по наличию шаблонов:*
 - с использованием оригинальных шаблонов для проектирования условных обозначений;
 - с использованием координатной сетки для нанесения условного обозначения;
 - без применения шаблонов;
- *по форме представления требований:*
 - вербальная;
 - графическая;
 - смешанная;
- *по степени конкретизации требований к размерам:*
 - с нормированием конкретных исполнений условного изображения;
 - с предельным ограничением размеров;
 - с нормированием базового размера, относительно которого масштабируется условное обозначение.

Многоуровневая система мониторинга зданий и сооружений

Мирошниченко И.Ф., Бобако Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы в больших городах весьма остро встала проблема нехватки земель под застройку. Поэтому основным путем решения этой проблемы стала ориентация на строительство многоэтажных зданий. Особенностью конструкций высотных зданий является сосредоточение большой массы на малой площади, что делает их более чувствительными к различным деформирующим факторам, чем обычные здания.

Использование в строительстве методики нормирования, основанной на коэффициентах надежности, теоретически обеспечивает безопасность строительных конструкций.

Однако опыт эксплуатации конструкций показывает, что надежность является необходимым, но не достаточным условием безопасности. По этой причине выявилась необходимость в проведении работ по периодическому, а в некоторых случаях непрерывному мониторингу технического состояния зданий и сооружений.

В настоящее время технология мониторинга находится в стадии разработки концептуальных основ, хотя последние внезапные разрушения зданий вывели эту проблему на одно из первых мест в системе превентивных мероприятий по обеспечению безопасности проживания населения, особенно в крупных городах.

Нами был проведен анализ международного опыта по контролю технического состояния строительных конструкций, а также нормативное и правовое обеспечение данного вопроса. В результате проведенной работы разработан проект государственного стандарта СТБ «Строительство. Организация системы мониторинга зданий и сооружений». Стандартом регламентируются общие требования к организации системы мониторинга, а также требования к построению и порядку внедрения элементов системы.

**Качество поверхностного слоя стали после поверхностного
пластического деформирования**

Кусяк А.В., Лысенко В.Г., Бурмистрова О.А.

Белорусский национальный технический университет

Исследовалось качество поверхностного слоя образцов диаметром 24 мм из стали ШХ-15 твердостью 60 – 63 HRC после шлифования и поверхностного пластического деформирования (ППД) выглаживателем с алмазным наконечником радиусом 1 мм.

Выглаживание производим со следующими режимами: усилие – 147 Н, число проходов – 2, подача - 0,07 мм/об, число оборотов образца – 470 об/мин.

За показатель качества поверхностного слоя образцов принимали их среднюю наработку на отказ. Испытания образцов производили на специальных стендах. За критерий отказа образца принимали начальное разрушение поверхностного слоя.

Статистическое сравнение средних наработок на отказ выглаженных ($\bar{x} = 36,4$ ч; $s = 15,7$ ч) и шлифовальных образцов ($\bar{x} = 6,2$ ч; $s = 2,7$ ч) показывает, что расхождение между ними в 5,9 раза существенно.

Согласно данным исследований увеличение средней наработки на отказ выглаженных образцов произошло вследствие следующего:

- повышения поверхностной микротвердости на 25% и ее распределению по глубине поверхностного слоя до 300 мкм;
- образования нового профиля микронеровностей с скругленными регулярными выступами с радиусами 580 ... 760 мкм, что в 2 ... 7 раз больше радиусов шлифовальных поверхностей;
- достижения средних величин остаточных напряжений сжатия в поверхностных слоях образцов, равных 770 Мн/м²;
- образования в тонких поверхностных слоях образцов однородной и неискаженной структуры стали.

Методы оценивания качества измерений

Цитович Б.В.

Белорусский национальный технический университет

В первую иерархическую ступень свойств, определяющих качество измерений, можно включить их точность, экономичность, безопасность, а также представительность результатов. Как для любого технологического объекта уровень качества измерений можно оценивать комплексным методом, приписывая каждой из оценок весовые коэффициенты. При этом уровень точности можно оценить по шкале отношений, принимая за оценку погрешность измерений, а остальные оценки получать экспертными методами с использованием шкалы порядка. Выбор метода комплексирования оценок существенной роли не играет.

Поскольку точность измерений не может быть ниже некоторого порогового значения, а к остальным свойствам столь жесткие требования не предъявляются, то для оценивания качества измерений вполне можно использовать дифференциальный метод, с явным приоритетом оценки точности. Для оценивания безопасности измерений можно использовать альтернативную оценку – при недопустимом уровне риска устанавливать «коэффициент вето». Экономичность следует оценивать только при наличии двух и более конкурирующих методик выполнения измерений, обеспечивающих необходимую точность и безопасность.

Представительность результатов многократных измерений одной физической величины зависит от числа повторных наблюдений и при строгом соблюдении метрологических требований не может существенно повлиять на качество измерений в целом. Представительность измерений множества номинально одинаковых параметров одного или нескольких объектов следует рассматривать не как свойство измерений, а как свойство измерительного контроля объектов.

Существенно различающиеся уровни приоритетности рассмотренных свойств позволяют также использовать смешанный метод оценивания качества измерений.

Технологические процессы в сфере образования и методики оценивания уровня качества

Цитович Б.В., Соколовский С.С.

Белорусский национальный технический университет

Процессы в сфере образования включают собственно обучение и контроль (процессы подготовки к обучению, процессы обучения и контроля) и ряд вспомогательных процессов. Все процессы достаточно значимы и обладают определенной автономностью, поэтому их можно рассматривать как объекты оценивания уровня качества. В сфере образования нас, прежде всего, интересует оценивание уровня качества информационных процессов и результатов их осуществления.

Нами было проведено исследование, в ходе которого ставилась цель – проанализировать возможности использования достижений квалиметрии для оценивания уровня качества типовых процессов в сфере образования.

Направления работ в данной области включали:

- выбор типовых объектов оценивания качества в сфере образования;
- разработка методик оценивания качества выбранных объектов;
- унификация методик оценивания качества и распространение унифицированных методик на все объекты, для которых необходимо получение оценок уровня качества.

Для реализации программы привлекались профессионалы в области квалиметрии и специалисты сферы образования. Нарботан большой объем эмпирического материала, анализ и апробация которого со временем позволит обеспечить унификацию методик оценивания качества объектов сферы образования, включая методики построения иерархических схем, выбор оценочных шкал простых и сложных свойств и методов их оценивания.

Разработаны модели типовых объектов, отвечающие требованиям строгости структуры, полноты включаемых в схемы основных свойств и их непротиворечивости, а также методики оценивания их качества, которые в настоящее время проходят апробацию.

**Методология создания инженерной составляющей
систем менеджмента качества**

Серенков П. С., Костюкович С. С., Купреева Л. В.
Белорусский национальный технический университет

В результате комплексного анализа эволюции систем менеджмента качества промышленных предприятий (СМК) выделена как ключевая и структурно определена их инженерная составляющая, в отношении которой обосновано применение подходов организационного проектирования сложных систем.

Разработана методология комплексного моделирования СМК как формализованный алгоритм, включающий последовательное создание и анализ трех взаимосвязанных моделей (функциональной, системы сбора и анализа данных, системы поддержки принятия решений), что позволяет обеспечить соответствие СМК целям в области качества.

При разработке каждой из трех моделей использован системный подход, включающий определение назначения и места модели, обоснование критериев корректности (принципов построения и ограничений), алгоритма, методов и средств моделирования. Отличительной особенностью методологии является использование для всех трех моделей согласованного модульного подхода, что позволяет свести задачу создания эффективных СМК к формализованной процедуре с ограниченным количеством применяемых методов и средств.

Все элементы методологии разработаны на доказательной основе, с позиций инженерного подхода к менеджменту. Алгоритм моделирования при поддержке разработанными программными приложениями пригоден для организаций любого профиля и размеров, разработан с учетом реальных условий функционирования СМК, в том числе уровня подготовленности специалистов в области качества, мотивации, профессионального интереса к применению предлагаемых подходов, уровня технической культуры современных организаций, степени использования информационных технологий и др.

Проектирование методик выполнения координатных измерений (МВКИ) «неполных» поверхностей деталей

Кротова О.А.

Белорусский национальный технический университет

МВКИ «неполных» номинально криволинейных поверхностей включает следующие этапы:

1. Подготовка к измерениям. Минимально необходимое количество точек в каждом сечении n определяется в зависимости от требуемой точности и вероятности, количество измерений m - в зависимости от соотношения систематической и случайной погрешностей.

2. Создание базовой системы, определение куба безопасности, разработка программы измерений (только при выборе КИМ в качестве СИ).

3. Проведение измерений в n точках при изменяющемся угловом диапазоне рабочей поверхности по m раз.

4. Расчет значения относительной погрешности δ^* при определении размера по формуле

$$\delta^* = \sqrt{\left(\frac{R_{\max} - R}{R}\right)^2 + \left(\frac{R_{\min} - R}{R}\right)^2 + \left(\frac{R_{\text{скан}} - R}{R}\right)^2},$$

где R_{\max} , R_{\min} , $R_{\text{скан}}$ – значения радиуса максимальной, минимальной прилегающей окружности и полученное путем сканирования соответственно;

R – номинальный радиус окружности.

При контроле отклонений формы и расположения δ^* определяется по формуле

$$\delta^* = \frac{|\Delta_{\text{деф}} - \Delta_i|}{\Delta},$$

где $\Delta_{\text{деф}}$ - значение отклонения формы или расположения, полученное путем сканирования;

Δ_i , Δ - полученное и номинальные значения отклонения формы и расположения соответственно.

5. Проведение статистической обработки результатов наблюдений при оценке погрешностей - по ГОСТ 8.207, представление конечного результата – по МИ 1317.

Этапы проектирования базы данных

Минченко О.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Под базой данных (БД) понимают хранилище структурированных данных, при этом данные должны быть непротиворечивы, минимально избыточны и целостны.

Для проектирования базы данных необходимо выполнить следующие этапы:

- 1 Определить информационные потребности базы данных.
- 2 Проанализировать объекты, которые необходимо смоделировать в базе данных.
- 3 Сформировать из этих объектов сущности и характеристики этих сущностей (например, для сущности «погрешность» характеристиками могут быть «название погрешности», «описание», «расчетная схема», «формула», «значение»).
- 4 Поставить в соответствие сущностям и характеристикам таблицы и столбцы (поля) согласно выбранной СУБД.
- 5 Определить атрибуты, которые уникальным образом идентифицируют каждый объект (например, идентификаторы класса, подкласса, типа погрешности).
- 6 Выработать правила, которые будут устанавливать и поддерживать целостность данных.
- 7 Установить связи между объектами, провести нормализацию таблиц.
- 8 Спланировать вопросы надежности данных и, при необходимости, сохранения секретности информации.

Процесс определения окончательной структуры БД является циклическим, т.е. на разных этапах проектирования в структуру БД могут вноситься изменения. При моделировании предметной области участвуют такие субъективные факторы, как интуиция разработчика, личностное восприятие проблемы и т.д. Следовательно, с одной стороны, процесс проектирования структур БД является процессом творческим, неоднозначным, с другой стороны, узловые его моменты могут быть формализованы.

**Классификация экспериментальных моделей объектов
координатного контроля**

Соломахо В.Л., Соколовский С.С., Соломахо Д.В.
Белорусский национальный технический университет

Чаще всего при координатных измерениях реальному объекту измерения ставится в соответствие числовая экспериментальная модель объекта измерения, которая может быть представлена в виде одного числа или некоторой совокупности чисел (координат контролируемых точек) в табличной или матричной форме.

Некоторые средства измерений, используемые при координатном контроле геометрических параметров деталей, обеспечивают возможность визуализации реальных профилей и поверхностей контролируемых объектов и представления их в виде некоторых графических изображений. Это может быть профилограмма, проекторное изображение, интерференционная картина и др. В данном случае есть все основания утверждать, что при такой реализации процедуры контроля реальному объекту ставится в соответствие некоторая его графическая экспериментальная модель.

В совокупности или множестве чисел, определяющих числовую экспериментальную модель объекта измерения может быть выявлена некоторая тенденция их детерминированного закономерного изменения. Такую тенденцию всегда можно описать аналитически в виде некоторого уравнения, функционально описывающего определённую аппроксимирующую поверхность или профиль. Получаемую таким образом модель реального объекта измерения можно рассматривать как его функциональную экспериментальную модель.

В практике координатного контроля встречаются также ситуации, когда по причине затруднённой инструментальной доступности измерениям подвергают не сам контролируемый элемент детали, а сделанный с него слепок (реплику). В этом случае можно говорить об использовании физической экспериментальной модели объекта измерения, которую можно рассматривать как некоторую промежуточную экспериментальную модель.

Влияние факторов учебного процесса на эффективность применения информационных технологий

Блюменталь Э.С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время учебный процесс невозможно представить без применения информационных технологий.

Целью их применения является увеличение информативности преподаваемого материала, улучшение его усвояемости и «уплотнение» учебного времени для увеличения объема поданного материала.

К информационным технологиям в учебном процессе относятся применение мультимедийных средств (учебные фильмы, презентации, показ схем, эскизов, чертежей, формул и документов под запись), электронных конспектов, компьютеров и компьютерных сетей.

Практический анализ применения информационных технологий в БНТУ показал сложную зависимость между их объемом и эффективностью учебного процесса. В некоторых случаях увеличение их объема (например, распространение электронного конспекта в начале курса лекций или изображение таблиц и формул под запись) снижало эффективность и мотивацию обучения у студентов. А несвоевременное или излишнее в конкретный момент применение мультимедиа снижало усвояемость и учебную дисциплину.

Поэтому, дозируя уровень применения информационных технологий, необходимо учитывать следующие факторы:

1. Вид учебной нагрузки (лекция, практическое занятие, лабораторная работа).
2. Величину учебной нагрузки в часах.
3. Год обучения (учебный курс).
4. Вид и особенности предмета (информационно-организационный, естественнонаучный, механико-прикладной).
5. Наличие зачета, курсового проекта (работы), экзамена.
6. Особенности обучаемой группы, потока (специальность, средняя успеваемость, соотношение девушек и юношей, уровень воспитания и культуры поведения).

**Визуализация источников неопределенностей
при контроле деталей**

Боровец Г.В., Каленчукова Т.В., Лысенко В. Г.,
Навойчик О.В.

Белорусский национальный технический университет

Высокая точность современных машин обуславливает важность правильного выбора принципиальной схемы и конструкции приспособления для контроля.

В БНТУ на кафедре СМИС, проводятся научные исследования в направлении создания специализированных методик принятия решений на начальных стадиях проектирования, построенных на базе использования специально разрабатываемых способов изображения погрешностей приборов для линейно угловых измерений. В основу создания и применения этих методик положено графическое моделирование возникновения погрешностей в виде компьютерной анимации.

Основным вкладом предлагаемой работы в научные исследования по разработке принципиально новых процедур проектирования технических систем, является разработка нового способа использования графических возможностей компьютера для совершенствования технических систем.

Одним из направлений анализа неопределенностей и их источников является визуализация неопределенностей измерений.

Визуализацию неопределенностей можно производить с помощью таких программ как 3DS Max, Flash Macromedia и многих других.

Видеоряд, полученный с помощью 3DS Max, позволяет увидеть и проанализировать источники неопределенностей, но при этом отсутствует возможность вносить изменения в сами параметры изображения.

С помощью Flash мы имеем возможность интерактивной визуализации неопределенностей измерений, то есть на экране мы можем изменять параметры и видеть, как влияют всевозможные изменения на результаты.

Микро- и нанотехника

**Применение теории функционала плотности для
прогнозирования структуры и физико-химических свойств
нанообъектов**

Зайцев А.Л.

Белорусский национальный технический университет

Теория функционала плотности – наиболее совершенная теория многих частиц в квантовой механике, разработанная для описания электронной структуры молекул и конденсированных сред, в том числе их свойств и физико-химических процессов, протекающих с их участием. В последнее время значительный интерес к использованию теории функционала плотности для прогнозирования свойств атомно-молекулярных систем вызван развитием компьютерных технологий, характеризующихся высокой скоростью вычислений, что позволяет реализовать возможности теорий функционала плотности на модельных объектах, содержащих до $10^2 - 10^3$ атомов.

Основным достоинством теории функционала плотности является рассмотрение физических величин, легко поддающихся визуализации – электронная плотность основного состояния в реальном трехмерном пространстве, плотность обменно-корреляционной дырки и функция линейного отклика системы электронов, обусловленная изменением их плотности в локальной области пространства, подверженного возмущению.

В докладе рассмотрены некоторые особенности применения теории функционала плотности для квантового моделирования структуры и параметров взаимодействия в молекулярно-кристаллических системах, в частности, кластеров алюминия, исследования процессов реконструкции поверхности нанокристаллических пластин металлов, адсорбции простых молекул на поверхности твердого тела.

Обсуждаются проблемы и перспективы использования открытых и коммерческих программных продуктов, базирующихся на теории функционала плотности, для создания нанокомпозитов и прогнозирования их структурных и физико-химических свойств. Приводятся данные, свидетельствующие об эффективности компьютерного моделирования квантовых систем с использованием теории функционала плотности.

**Моделирование контакта шероховатых поверхностей
методом конечных элементов**¹Дубровский С.В., ²Сыроежкин С.В., ³Чижик С.А.¹Белорусский государственный университет²Институт тепло- и массообмена НАН Беларуси³Белорусский национальный технический университет

Описание дискретного контакта важно для решения задач трибологии, тепло- и электропередачи, оптимального проектирования сопряжений в точной механике, электротехнике, микро- электромеханических системах (МЭМС). Зона реального контакта технических поверхностей формируется в результате деформирования неровностей микро- и наномасштаба при одновременном действии внешней нагрузки и поверхностных сил. Шероховатость контактирующих поверхностей носит случайный характер. В связи с созданием экспериментальных методов пространственной визуализации топографии поверхностей (шуповая и оптическая 3D профилометрия и сканирующая зондовая микроскопия) начали развиваться подходы 3D моделирования зоны фактического контакта технических поверхностей. Преимуществом компьютерного 3D моделирования контакта на основании пространственных изображений поверхностей является то, что в этом случае не требуется вводить предположения о форме неровностей и распределения их вершин по высоте.

В работе рассматриваются возможности моделирования 3D контакта при касании шероховатых поверхностей на основании, изображений сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ). Разработана шлюзовая программа подготовки и передачи СЗМ данных в программный пакет, реализующий метод конечных элементов. Для сравнения рассматриваются также моделирование на основании оценки параметров пространственной микроскопии с последующим применением модели Гринвуда-Вильямсона и применение численной модели Винклеровского слоя. Проведена оценка результатов расчета фактической площади контакта указанными методами, показавшая преимущества и недостатки каждого из трех подходов.

**Молекулярная динамика углеродной нанотрубки
в качестве зонда АСМ**

Баркалин В.В., Бабичева В. М., Чижик С.А.

Белорусский национальный технический университет

Применение углеродных нанотрубок (УНТ) в качестве зондов-манипуляторов в атомно-силовой микроскопии (АСМ) позволяет повысить разрешающие возможности метода, а также реализовать новые методики в наноиндентировании и манипулировании нанообъектами.

В работе выполнено моделирование процесса касания торцом нанотрубки исследуемого объекта, т. е. наноиндентирования. Модель базируется на подходах метода молекулярной динамики. В качестве моделируемого зонда-индентора рассматривалась одностенная углеродная нанотрубка с закрытым концом. Учитывается атомарная структура УНТ. Поверхность образца предполагалась абсолютно жесткой и рассматривались только особенности деформирования нанотрубки. Позиционирование индентора согласовывалось с геометрическими схемами АСМ. Процесс сближения УНТ индентора с поверхностью образца дискретизировался во времени.

Выделены два этапа деформирования УНТ: упругий изгиб и деформирование с потерей устойчивости. Показано, что положение точки потери устойчивости существенно зависит от геометрических размеров и атомарной структуры УНТ, например, от ее длины и диаметра, который определяется хиральным устройством УНТ.

На упругом участке кривой деформирования были вычислены значения модуля упругости УНТ, который составил около 1 ТПа без существенной зависимости от хиральности УНТ. Данный результат согласуется с известными литературными данными. Моделирование процесса деформирования в наиболее «жестких» условиях торцевого контакта позволило оценить предельную прочность УНТ в условиях осевого сжатия.

Полученные данные могут быть использованы при характеристике углеродных наноструктур, а также при развитии методов наноиндентирования на базе АСМ.

Устройство нанопозиционирования в атомно-силовом микроскопе

Чикунов В.В., Смулько Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Основная тенденция в нанопозиционировании - использование пьезотехники. Вместе с традиционным пьезоприводом, широко используются пьезомоторы перемещения. Возможности современных пьезоприводов ограничены из-за их физической природы, принципа работы (деформация материала из-за обратного пьезоэффекта), и ограниченного расстояния позиционирования. Чтобы решить проблему большой дистанции позиционирования (до 100 мм и выше) и координации с нанометрическим разрешением используют два уровня – грубый (микропозиционирование) и точный (системы нанопозиционирования).

Основное правило нанопозиционирования говорит о том, что в системе не должно быть фрикционных пар. Чтобы снизить ошибки позиционирования, которые возникают из-за фрикционных пар, используются материалы с высоким коэффициентом трения или тонкой поверхностью, например алмазная поверхность или вольфрамовый инструмент. В связи с увеличением скорости и точности позиционирования наибольшей популярностью сейчас пользуются кантиливерные гибкие направляющие. Гибкие направляющие не имеют фрикционных пар, их работа основана на эластической деформации твердого тела. Правильно спроектированная гибкая направляющая - это жесткая механическая конструкция, которая обеспечивает большой обоудный угол наклона осей, не имеет фрикционных пар и может быть спроектирована как система с большими степенями движения.

Для систем позиционирования наиболее оптимально использовать емкостные датчики (точность до 0,1 нм) или декодеры перемещения с оптической сеткой (разрешение до 5 нм). Емкостные датчики обеспечивают точность измерения до 0,1 нм, они просты в эксплуатации и недороги. Они хорошо соответствуют консольным направляющим; следовательно, такие интегрированные системы позиционирования широко востребованы. Эти датчики имеют высокую нелинейность.

Конструкция заднего комбинированного фонаря на светодиодах

Балохонов Д. В., Колонтаева Т.В., Сернов С.П.

Белорусский национальный технический университет

Очевидно, что в последние годы светотехнические изделия для автомобилей на светодиодах применяются все более широко. Это происходит из-за того, что светодиоды имеют преимущества по сравнению с лампами накаливания: светодиоды меньше по размеру, не подвержены влиянию вибраций и ударов, потребляют меньшее по сравнению с лампами накаливания количество энергии. Кроме того, светодиоды излучают квази-монохроматический свет, что позволяет не использовать окрашенные пластмассы при изготовлении изделий автомобильной светотехники. Поэтому важной проблемой является разработка оптимальной конструкции автомобильных светотехнических изделий на светодиодах.

Известно, что самым энергоемким после фар автомобильным светотехническим изделием является задний комбинированный фонарь, который совмещает в себе несколько секций, каждая из которых выполняет функцию указателя поворота, стоп-сигнала, противотуманного огня, габаритного огня, а также огня заднего хода.

Конструкция заднего комбинированного фонаря на светодиодах должна включать в себя корпус вместе с крепежными элементами, светодиоды и схему их питания на печатной плате и оптические элементы для обеспечения требуемого стандартами светового распределения и силы света. Из экономических соображений в качестве источника света для каждой секции фонаря были выбраны мощные светодиоды.

Таким образом, в ходе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ была получена конструкция заднего комбинированного фонаря транспортного средства, отличающаяся долгим сроком службы, надежностью, хорошими световыми и цветовыми свойствами, низким потреблением энергии, а также приемлемой стоимостью и эстетичным внешним видом.

Преобразователь ионизирующих излучений на основе гетеропереходных структур

Последний Р.С., Сычик В.А.

Белорусский национальный технический университет

Ряд изделий ЭА на стадии выходного контроля подвергается проверке на интенсивность β - и γ -излучений, которые не должны превышать допустимый уровень. В этой связи возникла необходимость разработки специального, чувствительного к малым дозам излучений малогабаритного первичного преобразователя.

Типовая конструкция синтезированного преобразователя ионизирующих излучений включает полевую триодную структуру, содержащую полупроводниковое основание р-типа, области истока и стока, соединенные каналом n-типа проводимости, на котором размещен слой высокоомного широкозонного полупроводника р-типа, причем канал и слой полупроводника образуют гетеропереход. На этом слое сформирована сильнолегированная p^+ -область из того же материала, на которую нанесен омический контакт, а его торцы защищены слоями диэлектрика. Широкозонный полупроводник с p^+ -областью и омическим контактом представляет затвор к полевой триодной структуре, причем слой металла одновременно является омическим контактом к истоку структуры. Преобразователь излучений также содержит защитный слой триодной структуры от воздействия тяжелых частиц, слой диэлектрика на основании и защитный металлический корпус, в основании которого размещены внешние омические выводы от истока и стока. Чувствительным элементом преобразователя является МДП-приборная структура, которая наряду с преобразованием ионизирующего излучения в электрический сигнал, осуществляет его усиление, что существенно снижает уровень пороговой чувствительности.

Синтезированный преобразователь ионизирующих излучений характеризуется следующими электрофизическими параметрами: энергетическое разрешение $\Delta W_\gamma = 480$ эВ при энергиях γ -излучения 60 кэВ; порог чувствительности $\sim 15 \dots 20$ мкР/ч; крутизна передаточной характеристики $S_\gamma \sim 30$ мА·с/мР; уровень интенсивности потока γ -излучения $\Delta I_\gamma = 0,01 \dots 10^2$ мР/с; рабочее напряжение $U_n = 5 \dots 10$ В.

Устройство контроля ионизирующих излучений

Сычик В.А., Последний Р.С.

Белорусский национальный технический университет

Устройство контроля ионизирующих излучений (УКИИ) относится к приборам измерения электромагнитных и корпускулярных излучений, предназначено для точной оценки уровня радиационных излучений изделиями ЭА на стадии выходного контроля.

В основу работы УКИИ положен принцип, базирующийся на измерении проводимости канала МДП-приборной структуры ПИИ, представляющего р+ - р-п гетеросистему, в процессе воздействия на него β - и γ -излучений.

Синтезированная структура УКИИ включает три общих функциональных узла: преобразователь ионизирующих излучений, линейный усилитель, узел формирования аналогового сигнала, а также измерительный канал, который для устройства с числовой индикацией содержит корректирующий усилитель, АЦП, цифровое табло, а для устройства с аналоговой индикацией - корректирующий усилитель и стрелочный индикатор. Преобразователь ионизирующих излучений содержит МДП — чувствительный элемент, размещенный в проеме корпуса, и резистивную нагрузку, на которой выделяется напряжение $U_{\text{вых}} \sim F_w$, где F_w - интенсивность ионизирующего излучения.

Линейный усилитель выполнен на малошумящем ОУ типа К140УД7, обладающем высокими предельной частотой и усилением.. Узел формирования аналогового сигнала представляет преобразователь среднего напряжения (ПСН), выполненного по схеме активного фильтра

Измерительный канал УКИИ с цифровой индикацией содержит корректирующий усилитель, АЦП и индикаторное табло. Технические параметры устройства: пределы измерения мощности ионизирующих излучений в диапазоне I-30...10³ мкР/ч; в диапазоне II- 0.1...10 мР/ч., вид излучений – β и γ - излучения, чувствительность – не хуже 15 мкР/ч., суммарная приведенная погрешность $\gamma_{\text{п}} < \pm 10\%$., диапазон измеряемых доз, мкР/ч - 20...10⁴.

Микроэлектромеханические датчики в системах безопасности автомобиля

Ивлев Ю.П.

Белорусский национальный технический университет

На современном этапе развития мирового автомобилестроения остро стоит проблема безопасности водителя и пассажиров. Во многом решить эту проблему способны современные микроэлектромеханические системы, используемые в системах безопасности автомобиля.

Существующие области применения микросистемных автомобильных датчиков весьма широки: подушки безопасности, датчики критического крена, краш-тесты, динамический контроль, тормозная система, противоугонная система, адаптивная подвеска.

В работе рассмотрены принцип действия и достоинства современных МЭМС-акселерометров.

Акселерометры имеют достаточно давнюю историю развития, и наиболее естественной идеей является построение акселерометров на механических принципах. Инерциальная масса смещается под действием ускорения и воздействует на тензодатчик. Такие устройства достаточно объемны, имеют низкую воспроизводимость, плохую устойчивость к ударным воздействиям и малую долговечность, что характерно для чисто механических устройств. Значительно лучшими параметрами обладают **пьезоэлектрические** датчики ускорения, в которых физическая деформация кристаллической структуры приводит к изменению ее проводимости. Однако наилучшими характеристиками обладают **емкостные** полупроводниковые датчики, в которых параллельно движущиеся пластины образуют переменный конденсатор.

Емкостные инерциальные датчики ускорения обладают самой высокой точностью измерения и наилучшими потребительскими характеристиками по сравнению с механическими и пьезоэлектрическими аналогами. Сфера их применения включает промышленную электронику, автомобильную электронику, охранные системы, медицинское оборудование.

Моделирование индентора на основе углеродной нанотрубки

Баркалин В.В., Чашинский А.С.,
Волков Н.Н., Волков Н.Д.

Белорусский национальный технический университет

Углеродные нанотрубки обладают рекордным значением жесткости и могут использоваться в качестве наконечников зондов атомно-силового микроскопа. Внедрение нанотрубок в технику атомно-силового микроскопа сдерживается сложностью осуществления манипуляций с отдельными нанотрубками субмикронных размеров. В настоящее время широко изучаются особенности деформирования нанотрубки при осевом сжатии и растяжении.

В работе представлены результаты моделирования методом молекулярной динамики взаимодействия зонда из углеродных нанотрубок с поверхностью образца.

Рассматривалась одностенная углеродная нанотрубка (10,10), длиной 11 нм с фуллереновой крышкой. В качестве образца брался нанокристалл алмаза с поверхностью (001). При проведении расчетов нанотрубка была повернута на 10° относительно нормали к подложке. Нанотрубка оставалась неподвижной, а перемещение нанокристалла алмаза происходило с шагом в 1 Å. После каждого шага проводилась оптимизация геометрии до достижения градиента поля 0.01 а.е. Максимальное смещение подложки во время моделирования составило 13 Å.

При оптимизации нижний слой нанокристалла алмаза и верхний открытый конец углеродной нанотрубки оставались неподвижными. Использовалась потенциальная функция взаимодействия между атомами MM+. В результате сближения атомов начинает деформироваться фуллереновая крышка на торце нанотрубки, а затем данная деформация передается на нанотрубку. Перегиб нанотрубки происходит в средней части нанотрубки и смещается к закрепленному концу. Получена зависимость силы, приложенной к концу трубки, от ее нормального смещения.

Исследование влияния нанопокрyтия SiC на стойкость к окислению и графитации микрошлифпорошков алмаза

Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

Целью исследования являлась оценка сопротивления окислению и графитации частиц микрошлифпорошков алмаза АСМ 5/7, 14/10 (ГОСТ 9206-80). Синтетические алмазы при нагреве свыше 620°C интенсивно окисляются с образованием диоксида углерода, происходит процесс графитации.

Для повышения стойкости алмаза к окислению и графитации использовались нанопокрyтия SiC (до 20нм). Перед нанесением покрyтия для очистки поверхности частиц алмаза, имеющих высокую степень фрагментации, микрошлифпорошки обрабатывали плазмой тлеющего разряда. Нанесение покрyтия осуществляли магнетронным распылением комбинированного катода Si+C. Высокая теплопроводность частиц алмаза (свыше 800 Вт/м·К) создавала условия получения покрyтия с аморфной структурой. Конденсация покрyтия осуществлялась в виде атомов и кластеров Si+C. Реакционное спекание в твёрдой фазе покрyтия осуществлялось при низких температурах (650-800°C). Сопротивление окислению исследовали с помощью TG-DTA измерений. Порошки алмаза, покрyтые SiC, размещали в платиновом тигле. Нагрев проводили до 1200°C со скоростью 10°C/мин в потоке воздуха, движущегося со скоростью 50мл/мин.

Температура начала окисления алмаза с размером частиц 40-60мкм составляла 600-650°C. Алмазные порошки покрyтые SiC начинали окисляться при температуре свыше 800°C. Тонкодисперсные частицы алмаза (8-16 мкм) с покрyтием SiC начинали окисляться при более низких температурах (750°C), что обусловлено высокой удельной поверхностью.

Окисление алмаза с покрyтием (SiC) и переход его в графит начинается на 200°C выше, чем без покрyтия. Это позволяет использовать микрошлифпорошки алмаза с нанопокрyтием SiC при получении сверхтвёрдых композиционных материалов для изготовления формообразующего инструмента, работающего в тяжёлых условиях нагружения.

Охрана труда

**Безопасность работы машинистов котлов
в котлотурбинных цехах**

Винерский С.Н., Вершеня Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Нами произведена сравнительная оценка условий труда и безопасности работы машинистов котлов в котлотурбинных цехах БелГРЭС и Оршанской ТЭЦ.

| Зона обслуживания (место замера) | % времени смены | NO ₂ , мг/м ³ , ПДК =2 мг/м ³ | SO ₂ , мг/м ³ , ПДК =10 мг/м ³ | CO, мг/м ³ , ПДК=2 20 мг/м ³ | Уро- вень шума, дБА, ПДУ= 80 дБА | Тем- пера- тура возду- ха, °C |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Оршанская ТЭЦ | | | | | | |
| Центральный щит управления | 70,0 | 1,0 | 0,9 | 10,0 | 66 | 29,8 |
| Мазутный, газовый и питательный узлы котла (отм. 6,6 м) | 10,0 | 1,6 | 1,4 | 15,8 | 87 | 23,2 |
| Нулевая отметка | 5,0 | 0,8 | 0,7 | 8,6 | 81 | 21,0 |
| Отметка обслуживания барабана котла | 10,0 | 4,2 | 1,8 | 21,2 | 84 | 50,0 |
| БелГРЭС | | | | | | |
| Тепловой щит управления в КТП | 70,8 | 1,15 | 1,05 | 10,7 | 79 | 22,4 |
| Площадка обслуживания форсунок котла (отм. 6,75 м) | 10,0 | 1,41 | 1,21 | 13,9 | 85 | 28,5 |
| Нулевая отметка | 5,0 | 0,7 | 0,65 | 6,8 | 70 | 16,4 |
| Площадка у барабана котла | 5,0 | 1,65 | 1,5 | 16,9 | 91 | 36,0 |
| Дымососная площадка | 5,0 | 3,94 | 1,7 | 24,5 | 89 | 42,0 |

Анализ приведенных санитарно-гигиенических факторов показывает, что работа машиниста котлов как на Оршанской ТЭЦ, так и на БелГРЭС выполняется в потенциально жизне- и травмоопасных условиях с возможностью аварийных ситуаций (с сосудами под давлением) и риском для здоровья из-за постоянного присутствия в воздухе рабочей зоны опасных химических веществ, при высокой температуре и повышенном уровне шума.

Анализ условий труда профессий сварочного производства

Данилко Б.М.

Белорусский национальный технический университет

Процессы сварки плавлением и давлением широко используются в машиностроении, строительстве и других отраслях промышленности. Наиболее часто применяется такие виды сварки плавлением как ручная дуговая сварка покрытыми электродами и полуавтоматическая электросварка в защитных газах. В воздухе рабочей зоны и в зоне дыхания могут выделяться вредные вещества, состав и концентрация которых зависят от свариваемого материала, материала электродной проволоки, вида покрытия, режимов сварки, вентиляции, пространственного положения при сварке. При этом выделяются следующие вредные вещества – оксиды марганца, оксиды железа, фтористый водород, оксиды азота, оксид углерода, озон и др. Наибольшую опасность для здоровья сварщиков представляют оксиды марганца, фактическая концентрация которых в зависимости от условий сварки находится в пределах $0,18 - 0,32 \text{ мг/м}^3$ при ПДК – $0,2 \text{ мг/м}^3$, фтористого водорода – $0,08-0,1 \text{ мг/м}^3$ при ПДК – $0,5 \text{ мг/м}^3$, оксидов железа – $4,3 - 7,2 \text{ мг/м}^3$ при ПДК – 6 мг/м^3 . Концентрация оксидов азота, оксида углерода и озона не превышает ПДК. При сварке в защитных газах, в частности в среде углекислого газа возможно повышенное содержание оксидов марганца и озона. Концентрации оксидов азота и оксидов углерода не превышают допустимых значений. Наиболее благоприятной с гигиенической точки зрения является сварка неплавящимся электродом в среде аргона. Электрическая дуга является сильным источником лучистой энергии, спектр которой состоит из инфракрасных, световых и ультрафиолетовых лучей. Интенсивность инфракрасного (теплого) излучения при сварке всегда превышает предельно-допустимый уровень. При ПДУ – 140 Вт/м^2 фактическая интенсивность инфракрасного излучения составляет $165 - 250 \text{ Вт/м}^2$. Процесс сварки сопровождается значительным ультрафиолетовым излучением, влияющим на глаза и открытые части тела. Интенсивность УФ-излучения превышает ПДУ в зависимости от длины волны в 1,2-3,8 раза.

Процессный и системный подходы в управлении охраной труда

Журавков Н.М., Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Международный стандарт OHSAS 18001:1999 «Система менеджмента здоровья и безопасности» ориентирован на создание системы управления охраной труда и рисками, в основе которого лежат два принципиальных подхода: процессный и системный. Согласно процессному подходу, необходимо выделять каждую процедуру системы управления охраной труда в виде отдельного процесса, в котором фиксируется начало (вход), продолжение (основные составляющие, формы, методы или действия) и окончание (выход). Входы и выходы (результаты) процесса четко измеряются; определяются потребители каждого процесса, идентифицируются их требования и удовлетворенность результатами процесса; устанавливается взаимодействие процессов; устанавливаются полномочия, права и ответственность за управление процессом.

В соответствии с системным подходом все указанные процессы должны быть объединены в систему, обладающую прочностью, надежностью и устойчивостью.

Необходимость разработки и внедрения процессного и системного подходов к управлению охраной труда состоит в том, что даже при незначительном повышении индекса объема производства наблюдается значительный рост производственного травматизма.

При формировании системы менеджмента качества разрабатывается общая система измерений и мониторинга основных рабочих процессов, в основе которой лежат статистические методы. Внедрение системы качества обеспечивает достоверность, полноту и своевременную актуализацию результатов аттестации, снижение прямых и косвенных издержек бизнеса, включая затраты на компенсацию потерь нетрудоспособности, а также является веским доказательством состоятельности и конкурентоспособности предприятия.

**Национальные и международные методики
оценки пожаровзрывопожароопасности и токсичности
материалов**

Заяш И.В.

Белорусский национальный технический университет

Увеличение количества и масштабов крупных производственных аварий привело к повышению внимания крупных международных организаций, в частности Международной организации труда (МОТ) к разработке единых директив, стандартов, регламентирующих мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций. На основании положений конвенций МОТ № 174 «О предупреждении крупных промышленных аварий» от 2 июня 1993 обобщен опыт по предупреждению крупных аварий [1] с целью оказания помощи всем странам в организации предупредительных мероприятий. Методики, по которым в документах МОТ [1] определяются показатели пожаро- и взрывоопасности и показатели токсичности отличаются от методики расчета категорий помещений, зданий и наружных установок, принятых в Республике Беларусь [2], учитывающей только количество и взрывопожарные свойства находящихся (обращающихся) веществ и материалов, причем если по методике МОТ такой характеристикой является коэффициент материала MF (показатель энергетического потенциала наиболее опасного материала) то в отечественных нормах используют понятия температуры вспышки, предела воспламенения. Учитывая высокую изношенность оборудования на предприятиях, представляющих большую опасность при авариях, следует признать необходимой унификацию нормативных документов с международными и ускорить ратификацию конвенции МОТ № 174.

Литература

1. Предупреждения крупных аварий. Практическое руководство. – Москва, МП «Рарог», 1992.
2. Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности НПБ 5-2005. Издание официальное. – Минск, 2005.

**Особенности организации охраны труда
в дорожной отрасли**

Кузьмич Т.П.

Белорусский национальный технический университет

Согласно Правилам по охране труда при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог, утвержденным Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь и Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь (25 июля 2002 г. № 5-д/106), общее руководство в дорожных организациях всех структурных подразделений по обеспечению охраны труда в первичном звене (ДЭУ, ДРСУ и др.) возлагается на руководителя организации или предприятия, непосредственное руководство службой техники безопасности – на главного инженера; общее руководство работой всех структурных подразделений и подведомственных организаций по обеспечению охраны труда в трестах, управлениях, объединениях – на руководителя, непосредственное – на главного инженера соответственного треста, управления, объединения. Главные инженеры несут ответственность за: 1) своевременное обучение рабочих и ИТР правилам техники безопасности, периодическую проверку знания последними безопасных методов труда; 2) состояние машин, инвентаря, инструмента и их соответствие нормам и требованиям техники безопасности; 3) состояние электрических устройств, паровых установок, битумного и другого оборудования с точки зрения обеспечения безопасной их эксплуатации; 4) обеспеченность участков, цехов, строительных объектов плакатами по технике безопасности, предупредительными надписями при работе на действующем оборудовании и устройствах; 5) обеспеченность участков предупредительными знаками, средствами для ограждения опасных зон при производстве строительных или ремонтных работ на дорогах. Все работники, приступающие впервые к выполнению производственных заданий, должны пройти вводный инструктаж по технике безопасности. Инструктаж на рабочем месте проводит мастер непосредственно на объекте. Он должен познакомить рабочих с особенностями данного производства, технологий и безопасными методами ведения работ.

Система управления охраной труда

Киселева Т.Н., Филянович Л.П.

Белорусский национальный технический университет

Система управления охраной труда – часть общей системы управления, которая позволяет управлять рисками в охране труда и направлена на формирование безопасных условий труда при создании производственных объектов и на улучшение уже сложившихся условий труда в действующем производстве предпочтение следует отдать управлению процессом формирования условий труда. Одним из элементов в СУОТ является выявление рисков повреждения здоровья при выполнении работ, их оценки, группирования по определенным признакам, возможность их устранения или доведения до приемлемого уровня. При этом под риском следует понимать сочетание вероятности опасного события и его последствий. Процесс идентификации опасностей, оценки рисков и управления рисками включает в себя следующие этапы: определение источников опасности, идентификация опасностей, определение допустимости рисков, разработка мероприятий по управлению рисками, анализ эффективности разработанных мероприятий по управлению рисками. На этапе идентификации опасностей следует рассматривать все выявляемые опасности без учета их значимости для целей описания и фиксирования. Результатом такой работы являются: - описание источников опасности, факторов риска, условий возникновения и развития нежелательных ситуаций - предварительный анализ опасности. На этапе оценки рисков выявленные опасности анализируются с присвоением им количественного параметра по существующим методикам, что дает возможность определить какие риски можно игнорировать (незначительные риски), а какие контролировать. После завершения работы по определению допустимости рисков необходимо рассматривать меры по управлению рисками, т.е. мерами, способными влиять на уровень рисков. Процедура управления рисками являются ключевыми инструментами в СОУП. Однако не предусматривает полное устранение рисков и обеспечивает исключение всех вредных и опасных производственных факторов.

Проблемы охраны труда в литейном производстве

Лазаренков А.М., Хорева С.А.

Белорусский национальный технический университет

По-прежнему острой проблемой в литейном производстве остается неудовлетворительное состояние воздушной среды. Запыленность и загазованность воздушной среды производственных помещений нередко превышает допустимые санитарные нормы. Концентрация пыли на стержневом и формовочном участках превышает предельно допустимые концентрации (ПДК в 2...10 раз, на плавильном – в 2...5, в смесеприготовительном отделении в 5...15, в термообрубном – в 10...20.

Это создает потенциальную опасность возникновения профессиональных заболеваний, вероятность которых возрастает при сопутствующем воздействии таких факторов, как тяжелая физическая нагрузка, микроклимат, приводящий к переохлаждению организма, вредные вещества. Содержание оксида углерода превышает ПДК в 1,5...2,5 раза, фенол – в 2...5, формальдегида – в 1,6...3.

Неблагоприятно воздействуют на работающих шум и вибрация. Уровень звукового давления формовочных встряхивающих машин превышает допустимый на 5...15 дБ, пескометов – на 5...13, выбивных решеток – на 14...30, галтовочных барабанов – на 12...15, рубильных молотков – на 10...16 дБ. Одновременно отмечается превышение допустимых значений виброскорости в 3...4 раза при работе пневмотрамбовкой, в 5...6 раз у оператора пескомета, в 2...6 при работе рубильным молотком и в 1,5...2 при использовании подвесных пневмонаждаков, а при работе выбивных решеток в 1,5...2 раза. Таким образом, условия труда в литейном производстве продолжают оставаться причиной наиболее распространенных профессиональных заболеваний. Повышенная утомляемость работающих в литейных цехах способствует возникновению травмоопасных ситуаций. Наибольшее число несчастных случаев приходится на обрубщиков, формовщиков, плавильщиков, заливщиков, на рабочих местах которых уровни производственных факторов превышают допустимые нормы.

**Систематизация
технических нормативных правовых
актов металлургического производства**

Лазаренков А.М., Ушакова И.Н.

Белорусский национальный технический университет

В сфере качественного изучения дисциплины «Охрана труда» одним из наиболее важных объектов являются средства обучения. К реальным средствам обучения относятся нормативные правовые акты (НПА) и технические нормативные правовые акты (ТНПА) по охране труда.

В Трудовом кодексе Республики Беларусь, который вступил в силу в новой редакции 26 января 2008 года, в статье 222 закреплено понятие нормативных правовых актов и технических нормативных правовых актов. Эти термины введены по охране труда постановлением Совета Министров Республики Беларусь 10.02.2003 №150 «Перечень видов нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, и республиканских органов государственного управления (должностных лиц), принимающих (издающих) их». В данном постановлении приводится систематизация видов НПА и ТНПА применительно для всех отраслей промышленности. Кроме приведенных в постановлении НПА и ТНПА в металлургическом производстве действуют и другие правовые акты. Целесообразно провести систематизацию и конкретизировать применение НПА и ТНПА для металлургического производства.

В работе представлены виды нормативных правовых актов и технических нормативных правовых актов, применяемые в металлургических производствах и даны примеры применения основных НПА и ТНПА. Представлен перечень каждого вида НПА и ТНПА, который может быть применен в учебном процессе, в научных исследованиях и на производстве.

В настоящее время в металлургическом производстве используются НПА и ТНПА, разработанные в Республике Беларусь и бывшем СССР. Необходимо дальнейшее развитие нормативной базы по охране труда и промышленной безопасности для металлургического производства.

**Внедрение системы управления охраной труда
в учреждениях образования**

Мордик Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Система управления охраной труда – регламентированная законодательными и иными нормативными актами совокупность организационных, технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, социально-экономических и иных мероприятий, методов и средств управления, направленных на организацию планомерной программно-целевой деятельности по обеспечению безопасности, сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда, включающая в себя подготовку, принятие и реализацию соответствующих управленческих решений.

Управление охраной труда ориентировано на своевременное выявление факторов, влияющих на безопасность труда, на переход от решения отдельных, случайно возникших задач к планомерному формированию безопасных и безвредных условий труда во всех подразделениях учреждений образования.

Объектом управления охраной труда учреждения образования, организации является деятельность структурных подразделений, функциональных служб и отдельных работников по обеспечению безопасных условий труда на рабочих местах, в подразделениях, учреждении образования, организации в целом.

Органами управления охраной труда являются в учреждении образования, организации в целом – руководитель учреждения образования, организации; в структурных подразделениях и функциональных служб – их руководители. Непосредственное управление охраной труда в учреждениях образования, организациях осуществляет руководитель учреждения образования, организации или его заместитель, ответственный за организацию работы по охране труда.

Конечной целью управления охраной труда является обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности работника в процессе труда. Конечная цель управления обеспечивается достижением совокупности промежуточных целей управления охраной труда.

Методы оценки рисков на производстве

Науменко А.М., Автушко Г.Л.

Белорусский национальный технический университет

Согласно СТБ 180 01 – 2005 все предприятия Республики Беларусь должны разработать, внедрить и поддерживать в рабочем состоянии процедуры для постоянной идентификации опасностей, оценки рисков и обеспечение необходимых мер по управлению ими.

Риск – это количественная оценка опасности, которую можно выразить отношением числа тех или иных неблагоприятных последствий к их возможному количеству за определенный период.

В данной работе представлены три метода определения уровня риска.

Классический метод. По этому методу оценка рисков производится по формуле

$$R = P \cdot S,$$

где R – риск, S – серьезность последствий, P – вероятность

При этом категории профессиональных рисков делятся на следующие: 1) Незначительный риск; 2) Допустимый риск; 3) Средний риск; 4) Серьезный риск; 5) Недопустимый риск.

Бальный метод. При бальном методе оценки рисков используется следующая формула:

$$R = S \cdot E \cdot P$$

где R – риск, S – серьезность последствий, E – длительность воздействия опасности, P – вероятность опасности. Оценка возможных последствий, вероятности и длительности воздействия производится по таблицам.

Подсчитав по формуле $R = S \cdot E \cdot P$ величину риска в баллах определяем его категорию: незначительный риск – менее 20 баллов, низкий – 20 - 70 баллов, средний – 70 - 200 баллов, высокий – 200 - 400 баллов, очень высокий – более 400.

Метод определения идентифицированного риска. Для определения уровня идентифицированного риска (R) следует умножить значимость (Z) на вероятность (P) $R = Z \cdot P$.

Низкий риск ($R < 6$); умеренный риск (8-12); существенный риск ($R > 15$).

**Электромагнитное излучение систем сотовой связи
и его воздействие на организм человека**

Науменко А.М., Мордик Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Основным вредным производственным фактором при работе сотовой связи является электромагнитное излучение радиочастотного диапазона.

Отдаленные последствия воздействия этого фактора изучены недостаточно. Между тем накапливаются данные о том, что длительное воздействие излучения в этом диапазоне частот вызывает повышенный риск возникновения злокачественных опухолей мозга и лейкозов. Люди, пользующиеся мобильными телефонами, подвергаются повышенному риску расстройства памяти и сна. У них появляется повышенная утомляемость, раздражительность, суетливость, нарушение внимания, увеличивается агрессивность, ухудшается состояние иммунной системы.

Нормируемыми параметрами излучений систем сотовой связи являются плотность потока энергии (ППЭ, Вт/м²) и энергетическая экспозиция плотности потока энергии. ($\text{ЭЭ}_{\text{ппэ}} = \text{ППЭ} \cdot \text{Т}$, Вт·ч/м²).

При нормировании сотовой связи все население делится на три категории: I – персонал, II – пользователи радиотелефонами, III – население.

Для I категории предельно допустимое значение ППЭ составляет 1 000 мкВт/см².

Для II категории – 100 мкВт/см².

Для III категории – 10 мкВт/см².

В странах дальнего зарубежья нормируемым параметром является SAR – Specific Absorption Rates и переводится как «значение удельного коэффициента поглощения радиочастотной энергии». По международным требованиям $\text{SAR} \leq 2,0$ Вт/кг.

Как показали измерения, плотность потока энергии при разговоре в зоне устойчивой связи находится в пределах от 40 до 100 мкВт/см² в зависимости от модели телефона. Однако в начальный период звонка абоненту ППЭ может достигать 600 мкВт/см².

Исследование некоторых факторов, оказывающих влияние на условия труда в строительстве

Углик Н.М.

Белорусский национальный технический университет

На условия труда в строительстве а также состояние травматизма оказывают влияние множество опасных и вредных факторов, в том числе и климатические условия.

Проведенные исследования показали, что процесс труда в строительстве протекает в условиях повышенной, средней и малой степени опасности.

Опасность первой (повышенной) степени – рабочие операции, выполняемые на высоте более 5 м от земли и перекрытия непосредственно с узких конструктивных элементов (балок, ферм, колонн), когда невозможно или нецелесообразно устанавливать ограждения или средства подмащивания, причем в условиях, когда рабочий находится в неудобной позе: согнувшись, полулежа на спине или лицом вниз, или стоя на коленях, выполнение рабочих операций одной рукой, держась другой за элементы конструкций и упираясь в них ногами; переход по узким (не более 0,5 м) элементам конструкций в положении «стоя» или «ползком».

На работающих на высоте оказывают влияние и погодные условия. Низкая температура воздуха в холодный период года способствует утомляемости организма, влияет на рост ошибок, на дифференцированный раздражитель на 10 – 15 %. Падение атмосферного давления, сопровождающегося резким усилением ветра, приводит к замедлению реакции на движущийся объект в 1,5-2 раза, максимальное мышечное усилие и выносливость падают незначительно. С увеличением влажности воздуха зрительно-двигательная реакция строителей как зимой так и летом замедляется почти на 25%. Величина индекса температуры и влажности (ИТВ) характеризует дискомфортность климатических условий для человека. $ИТВ = 0,4 (T_d + T_w) + 15$, где T_d – температура сухого термометра, °С, T_w – температура смоченного термометра, °С. При $ИТВ < 70$ ни один человек не ощущает дискомфортность, при $ИТВ > 85$ – дискомфортно чувствуют себя все строители.

**Исследование производственного травматизма
на предприятиях энергетики**

Филянович Л.П., Киселева Т.Н.

Белорусский национальный технический университет

Трудовая деятельность энергетического персонала протекает в неблагоприятных условиях. Оборудование обслуживаемое персоналом, является источником опасных и вредных производственных факторов. Наиболее характерными из них являются следующие: электрическое напряжение, производственный шум, вибрация и т.д. Энергетический персонал подвергается также высокому нервно-эмоциональному напряжению, связанному с большой ответственностью за ведение режима работы оборудования. Длительная работа может привести к отклонениям в состоянии здоровья персонала энергетических объектов, профессиональным заболеваниям, а также к ошибочным действиям, приводящим к травматизму.

В 2007 году в результате проведения мероприятий снижен общий уровень производственного травматизма в Минэнерго на 5,45% по сравнению с 2006 годом (с 55 до 52 несчастных случаев). («Энергетическая стратегия» № 1, 2008 г.). В целом по Минэнерго: в 2007 году несчастных случаев: всего 52, в том числе: 8 – со смертельным исходом, 18 – с тяжелыми последствиями, 1 групповой. В ГПО «Белэнерго» за 2007 год несчастных случаев – всего 30. в том числе: 7 – со смертельным исходом, 11 – с тяжелыми последствиями, 1 групповой. В 2007 год по Минэнерго несчастных случаев со смертельным исходом на один больше, чем в 2006 г. Имеет место увеличение количества несчастных случаев со смертельным исходом в 2007 г. в ГПО «Белэнерго» (7 против – 3 в 2006 году). Решение вопросов предупреждения производственного травматизма может осуществляться в следующих направлениях: организация безопасных условий труда; внедрение рациональных безопасных технологических процессов и операций; проведение профессионального отбора (тестирования) персонала с учетом физического и психофизиологического состояния; обучение, подготовка персонала; применение средств защиты и т.д.

Экология и ресурсосбережение

**Предотвращение загрязнения окружающей среды
и современные механизмы управления
производственно-экологической деятельностью**

Дорожко С.В., Дорожко В.С.

Белорусский национальный технический университет

В современной практике применяемых инструментов экологической политики достаточно известными и широко применяемыми, в том числе в Республике Беларусь, являются правовые, экономические, технологические, информационные, образовательные, а также инструменты управления (экологического менеджмента). Данные инструменты могут применяться в комплексе (при функционировании систем управления окружающей средой), либо в той или иной мере в зависимости от конкретно решаемых в организации задач – снижение выбросов в атмосферный воздух, загрязнение сточных вод, образование отходов.

Следует, однако, иметь в виду, что происходящее таким образом загрязнение окружающей среды имеет еще одну сторону – происходит безвозвратная утеря полезных ресурсов. В связи с этим необходимо решить задачу уменьшения или «замедления» движения потока ресурсов, рассеиваемых в окружающей среде. Одним из наиболее эффективных механизмов управления при работе с отходами, прежде всего опасными (батарейки, шины, масла и др.), признан механизм расширенной ответственности производителя (РОП), применяемый в странах Европейского Союза на основе соответствующих директив (норм).

В Республике Беларусь этот принцип продекларирован в недавно вступившем в сила Закон «Об обращении с отходами». Поэтому в ближайшее время необходимо осуществить шаги по конкретной реализации данного механизма – определить объекты применения – виды отходов, разработать, обсудить с заинтересованными ведомствами и предприятиями механизмы реализации, создать техническую инфраструктуру, подготовить кадры и организовать информирование населения.

Экологическое образование в техническом университете в системе образования для устойчивого развития

Дорожко С.В., Шаплыко Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В 2005 году Организация Объединенных Наций объявила о проведении специальной Декады (десятилетия) образования для устойчивого развития, призвав, таким образом, мировое сообщество сконцентрировать свои усилия на реализации поставленной в конце 20-го века всемирной задачи – достижения устойчивого самоподдерживающего развития общества через повсеместное и эффективное применение образовательных инструментов. Действительно, в самых разных кругах общества – от законодателей до производственных коллективов – зачастую изменение экологического сознания людей, прежде всего, молодежи трактуется чуть ли не единственным условием сохранения здоровой окружающей среды при имеющихся темпах экономического роста. Однако совершенно очевидно, что изменение экологически осознанного поведения, достижение адекватной производственной и бытовой экологической культуры невозможно достичь призывами. Данное требование во многих странах, в том числе в Республике Беларусь, пока не стало потребностью общества, не сформулировано и не конкретизировано, и, как следствие, влечет многоосмысленное трактование целей и задач этого всеохватывающего вида образования в теории и на практике.

Для того чтобы превратить данное важное требование времени в реальность, авторы предлагают использовать разработанную модель системы управления образовательным процессом для устойчивого развития (СУОПУР). Данная модель, используя в своей основе известный цикл Деминга, основана на разработке учебным заведением, независимо от уровня образования – средняя школа это или университет – собственной политики в образовательном процессе для устойчивого развития, планирования деятельности, разработки и осуществления мероприятий, контроля и улучшения процесса образования.

**Эмоциональный стресс и гамма-облучение
во время чрезвычайных ситуаций**

Ролевич И.В.

Белорусский национальный технический университет

Чрезвычайные ситуации на радиационно опасных объектах, помимо значительного радиационного облучения больших контингентов населения, являются причиной возникновения эмоционального стресса. Данное состояние признается одной из важнейших причин увеличения частоты заболеваемости, включая и развития онкологических болезней.

Проведенные опыты показали, что под влиянием стресса происходит снижение активности каталазы в крови. Количество диеновых конъюгатов в плазме крови увеличивается на фоне уменьшения их содержания в мембранах эритроцитов. Одновременно с этим в крови повышается содержание малонового диальдегида. Изменения оказались наиболее выраженными в течение первого месяца эксперимента. Активность каталазы при этом угнетается и на втором месяце наблюдений. Отмечен рост концентрации нейтральных липидов, кетодиенов и сопряженных триенов в течение первого и понижение их количества - во второй месяц опытов. Наиболее существенными были сдвиги содержания диеновых конъюгатов, кетодиенов и сопряженных триенов, экстрагированных гептаном, в первый месяц и изопропиловым спиртом - во второй месяц исследований. Гамма-облучение вызывает аналогичные со стрессом изменения содержания оксидантных и антиоксидантных систем. Исключением является содержание в гептановой фракции нейтральных липидов и диеновых конъюгатов в течение первого месяца опытов (увеличение их количества). Ионизирующая радиация увеличивает в тканях активность различных форм кислорода и тем самым значительно усиливает интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ). В условиях когда антиоксиданты «выгорают», неудержимо растут проявления лучевого поражения. Развитие других патологических процессов, в том числе и онкогенез, зависит от количества образовавшихся токсических продуктов ПОЛ, присутствующих в крови.

Комбинированное радиационно-химическое воздействие

Ролевич И.В.

Белорусский национальный технический университет

После аварии на ЧАЭС увеличилось количество негативно воздействующих факторов на пострадавшее население. Среди них ведущее место стали занимать ионизирующая радиация и постоянно нарастающее загрязнение окружающей среды. Актуальным является в связи с этим оценка всего комплекса факторов, в том числе и радиационно-химических, воздействующих на людей, проживающих на загрязнённых радионуклидами территориях.

Экспериментально полученные результаты свидетельствуют о том, что введение свинца уксуснокислого на фоне хронического гамма-облучения малой мощности приводит к двукратному усилению угнетающего эффекта (в сравнении с действием одного ацетата свинца) на активность церулоплазмينا. Характерной стала тенденция к уменьшению количества коллагена в миокарде и интенсивности флуоресценции белкового спектра крови. Происходит более значительный рост, чем при воздействии одного тяжелого металла без гамма-облучения, концентрации тироксина и активности каталазы, и менее выраженный рост содержания малонового диальдегида, диеновых конъюгатов, а также флуоресценции пиридоксина, его производных и никотинамидных коферментов в диапазоне волн 423-530 нм.

Динамика метаболических процессов свидетельствует о взаимном отягощающем эффекте радиационного и химического воздействия, длительном сохранении радиационного повреждения под влиянием химической интоксикации. Радиационное воздействие малой мощности изменяет чувствительность организма к токсическому эффекту химического фактора. Существенную роль в этих изменениях играет оксидантная и антиоксидантная система крови.

Предлагается гигиеническое нормирование воздействия на человека неблагоприятных факторов малой интенсивности производить не отдельно, а с учётом совместного их влияния на организм.

Расчет дозовых нагрузок и оценка уровней нитратного загрязнения колодезных вод Барановичского района

Хартон М.О., Хорева С.А.

Белорусский национальный технический университет

На территории Барановичского района с 243 населенными пунктами 77% населения обеспечивается питьевой водопроводной водой, более 26% сельских населенных пунктов используют грунтовые воды, посредством шахтных колодцев или неглубоких индивидуальных скважин. Для наблюдения выбраны 19 населенных пунктов (112 колодцев), где проведено 216 исследований воды на содержание нитратов, где исключено производственное влияние. Анализ воды проводился посезонно. За время проведения исследований средние показатели содержания нитратов в воде колодцев Барановичского района по СанПин 10-124 РБ99 наблюдались в таких пределах: 26,7 мг/дм³ до 492,5 мг/дм³, при норме ПДК 45 мг/дм³. На основании этих показателей проведен расчет дозовых рисков оценки содержания нитратов в воде шахтных колодцев для детей и взрослых с учетом суточного потребления воды: для детей 4-14 лет – 1,8 л/сутки; для взрослых 15-49 лет – 1,9 л/сутки. Для расчета дозы нитратов поступающих в организм, использовалась формула $D_{\text{пост./вода}} = C_{\text{вод.}} \cdot V_{\text{вод.}}$, где C – концентрация вещества, мг/дм³; V – объем потребления, л (1 дм³). Поглощенная доза нитратов в сутки равна дозе поступившей с водой умноженной на коэффициент поглощения: $D_{\text{погл.}} = D_{\text{пост.}} \cdot K$. Для расчета суммарной поступившей дозы необходимо оценить количество нитратов поступившее в организм и с пищевыми продуктами. Расчетное среднее содержание нитратов при употреблении картофеля и овощей в РБ для взрослого населения составляет 99,7 мг/сутки, для детей – 76,6 мг/сутки, соответственно поглощенная доза для взрослых составляет 9,97 мг/сутки, а для детей 7,66 мг/сутки. Последний этап, это расчет дозовых рисков, который определялся по формуле $DR = D_{\text{погл.}} / ND_{\text{погл.}}$. Если выполняется условие $DR_{\text{погл.}}$ (дозовый риск) менее 1, то ситуацию в зоне мониторинга можно считать нормальной. При превышении нормативов от 1 до 3 оценивается как невысокий риск, от 3 до 5 повышенный риск, свыше 5 – высокий риск.

Модель определения эколого-экономических показателей при переводе котельных на местные виды топлива

Бубнов В.П., Зеленухо Е.В.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с целевой программой повышения доли местных видов топлива в топливно-энергетическом балансе страны, одной из главных целей в области повышения энергетической безопасности Республики Беларусь должно стать увеличение доли использования местных энергоресурсов и альтернативных источников энергии до 25 процентов в производстве тепловой и электрической энергии при обеспечении экономически целесообразных условий их добычи (производства) и потребления, а также соблюдения требуемых экологических условий. При переводе котельных на местные виды топлива оценка эколого-экономических показателей является актуальной задачей. Разработанный программный комплекс предназначен для определения эколого-экономических показателей при сжигании топлива в паровых котлах производительностью менее 40 тонн пара в час или водогрейных котлах мощностью до 20 Гкал в час включительно и позволяет получить следующие результаты:

- определить величину валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух: углерода оксида, азота оксидов для котельных, работающих на природном газе; углерода оксида, серы диоксида, азота оксидов, твердых частиц (летучей золы и несгоревшего топлива) для котельных, работающих на твердом или жидком топливе.

- определить величину налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

- оценить изменение эколого-экономических показателей при переводе котельной с одного вида топлива на другой.

Разработка программного комплекса выполнена в среде визуального программирования Delphi 7.

Данный программный комплекс был использован при разработке технико-экономического обоснования энергосберегающей системы теплоснабжения базы отдыха «Милоград» на основе современного энергосберегающего теплосилового оборудования с использованием местных видов топлива.

**Экологический аудит предприятия как метод
организационно-экономической деятельности по защите
окружающей среды**

Морзак Г.И., Малькевич Н.Г., Черненко Е.В.
Белорусский национальный технический университет

Экологический аудит необходимо рассматривать как инструмент, который помогает организации выбрать необходимый подход в решении вопросов по минимизации воздействий на окружающую среду всех видов производственной деятельности.

Всесторонний экологический аудит включает проведение производственного эоаудита, эоаудита финансовой деятельности и эоаудит на соответствие законодательству.

При проведении производственного эоаудита необходимо уделять внимание составу и техническому состоянию основных производственных фондов. Тщательному анализу подлежат существующие на производстве источники экологической опасности, режимы работы очистных сооружений, управление отходами, применение и внедрение современных прогрессивных методов очистки на предприятии.

Главными направлениями при проведении эоаудита финансовой деятельности являются проверка затрат на охрану окружающей среды, платежи за загрязнение в пределах лимитов и за сверхлимитные загрязнения, а также финансирование научно-исследовательских природоохранных работ.

В рамках проведения эоаудита проводится аудит соответствия производственной деятельности действующему законодательству, выполнению международных требований, а также требований технических нормативный правовых актов, регулирующих деятельность организации.

Для успешной деятельности организации необходимо создать рациональную структуру природоохранной деятельности, иметь современную техническую и информационную обеспеченность.

Результаты эоаудита позволяют организации определить оптимальные направления в своей природоохранной деятельности.

**Комбинированное действие некоторых пестицидов
и ионизирующего излучения на сердечно-сосудистую
систему**

Левданская В.А.

Белорусский национальный технический университет

Одной из актуальных проблем Республики Беларусь остается проблема загрязнения почв радионуклидами Чернобыльской аварии, осложнение в которую вносит широкое применение разнообразных ядохимикатов. Спектр используемых в сельском хозяйстве пестицидов растет с каждым годом, как с точки зрения химической структуры, так и биологического действия. Нередко имеет место явление синергизма при использовании ядохимикатов в сочетании с малыми дозами ионизирующего облучения.

Поскольку экологические факторы превалируют в развитии патологии сердечно-сосудистой системы, целью работы было изучение изменения в содержании основного белка соединительной ткани коллагена в миокарде и аорте экспериментальных животных в условиях длительного комбинированного (1 месяц) влияния инсектицида эйма и гербицида раундапа на фоне малых доз гамма-облучения в суммарной дозе 1 Гр. Рабочими дозами эксперимента были 1/1000 и 1/100 DL 50(30). Выбор ядохимикатов был обусловлен их широким использованием в сельском хозяйстве Республики Беларусь.

Полученные результаты показали, что комбинация «пестицид-ионизирующее облучение» достоверно изменяет количество коллагена в миокарде подопытных животных, причем более глубокие изменения имели место при использовании дозы 1/1000 обоих препаратов (эффект «пороговых доз»).

Из двух изученных пестицидов более выраженное повреждающее действие оказывает инсектицид эйм, вызывая негативное увеличение количества соединительной ткани в сердце животных.

Содержание коллагена в аорте в рамках проведенного эксперимента показало разнонаправленные изменения как в отношении вида пестицида, так и его дозы.

Мониторинг уровня гамма-фона на отдельных городских территориях

Лаптёнок С.А.

Белорусский национальный технический университет

В течение осенне-зимнего периода 2007 года на территории микрорайона «Кунцевщина» Фрунзенского района г.Минска было проведено исследование пространственного распределения мощности дозы γ -излучения. Измерения проводились в 29 точках, приближенных к местам массового посещения (объекты образования, торговли, остановки транспорта и т.д.) и равномерно распределенных по территории.

В ходе исследования получены следующие результаты.

1. На базе ГИС ArcView 3.0a создана векторная пространственная модель основных объектов микрорайона «Кунцевщина».

2. Определены точки и отработаны методики дозиметрических измерений на местности.

3. Разработаны шаблоны и алгоритмы для формирования базы данных, получаемых в результате динамического мониторингового исследования.

4. Проведены дозиметрические измерения на местности, результаты которых внесены в базу данных и использованы при создании дискретных динамических пространственных моделей радиационной обстановки в микрорайоне «Кунцевщина».

5. При анализе динамики изменения уровней гамма-фона установлен значительный рост данного показателя от осеннего к зимнему сезону. Факт его аномального повышения можно объяснить активизацией отопления в местности, прилегающей к западной части г. Минска, местными видами топлива с повышенным содержанием радионуклидов.

6. Имеется тенденция тяготения повышенных значений фона к возвышенностям местного рельефа, что предполагается уточнить в ходе дальнейших динамических исследований.

7. Представленная система способна легко адаптироваться к любому пространственно-территориальному объекту и может эффективно использоваться для сбора и обработки данных экологических мониторинговых исследований.

Математические модели для определения загрязнения почв Беларуси

Бубнов В.П., Бельская Г.В.

Белорусский национальный технический университет

Почвы Беларуси испытывают антропогенное давление, которое проявляется в привнесении, превращении и накоплении в ней более 80 технофильных соединений. Загрязнители почв разделяют на неорганические, смешанные и органические токсические соединения. Они обладают разной стабильностью во внешней среде и подвержены различным динамическим изменениям в почве. Почвы загрязняются в результате хозяйственной деятельности, а также чрезвычайных ситуаций. Поэтому объективное и быстрое определение параметров загрязнения почвенных территорий является актуальным. Задача осложняется тем, что почвы представляют собой сложнейшую биокосную систему, функционирование которой зависит от сотен различных факторов. Существующие (традиционные) методы определения, основанные на обследованиях, взятии почвенных проб и последующих лабораторных анализах, не отвечают этим требованиям. Для оптимального решения поставленной задачи разработаны и применяются методы математического моделирования, которые позволяют определить масштабы загрязнения почвенных территорий и его динамику, время возможной детоксикации, расчета экономического ущерба, принятия управленческих решений. Математические модели учитывают изменение более 500 параметров самих почв и особенностей токсикантов.

Компанией GEO-SLOPE International Ltd. ([http:// www.geoslope.com](http://www.geoslope.com)) разработаны шесть лицензионных программных продуктов: STRAN/W, SIGMA/W, SEEP/W, QUAKE/W, TEMP/W, SLOPE/W, которые можно применять в двух версиях: полной - для профессиональной инженерной практики, и упрощенной - исключительно обучающая, для целей образования. Эти программы широко используют в университетах для обучения студентов основам геотехнического анализа. Указанные программные продукты являются идеальным инструментом для профессиональной инженерной деятельности, а также для преподавателей, студентов и аспирантов университетов.

УДК [628.5+658.345.8](0.75.8)

**Проблемы обучения студентов вузов в области
промышленной, радиационной и экологической
безопасности**

Гордеева Л.Н., Пустовит В.Т., Реут Т.А.

Белорусский национальный технический университет

За последние годы в мировой экономике и социальной сфере государств обострились проблемы обеспечения промышленной, экологической и радиационной безопасности.

Если раньше проблемы обеспечения промышленной безопасности в основном определялись техногенными факторами, то теперь они в большей степени определяются человеческими факторами. Это заставляет пересмотреть весь комплекс мероприятий, проводимых в стране с целью минимизации возможных ущербов в случае аварий и катастроф на объектах. На основе оценки результатов анализа состояния промышленной безопасности в Республике Беларусь предлагается комплекс мероприятий, изучение которых студентами вузов будет способствовать повышению уровня их подготовки для решения проблем промышленной безопасности.

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой происходит пересмотр мероприятий, которые должны обеспечить экологическую безопасность на всей территории страны. На кафедре экологии БНТУ комплекс таких мероприятий систематизирован, обобщен и включен для изучения в учебный процесс дисциплин, которые изучаются на кафедре.

В Республике Беларусь сохраняется проблема обеспечения радиационной безопасности, как в связи с радиоактивным загрязнением территории после аварии на ЧАЭС, так и в связи со строительством АЭС на территории республики. Авторами накоплен значительный опыт по разработке и обобщению мероприятий, которые могут обеспечить радиационную безопасность и выживание людей в условиях радиационной опасности.

Литература

Основы безопасности промышленных объектов / Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007.

Классификация моделей и систем дистанционного обучения

Тавгень И.А., Тавгень Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Возникновение дистанционного обучения (ДО) является закономерным этапом развития и адаптации образования к современным условиям.

Изучение зарубежной и отечественной литературы по проблеме показывает, что в мире существуют разнообразные модели ДО, которые имеют как общие, так и специфические черты.

| Автор | Модели ДО |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Р.Танинга, И.Сейнен | Консультационная модель; Модель корреспонденции; Модель регулируемого самообучения. |
| Воронина Т.П., Кашицина В.П. Молчанова О.П | Традиционное заочное обучение; Открытое обучение; Телеобразование; Виртуальные классы и университеты. |
| Полат Е.С. | Обучение по типу экстерната; Обучение на базе одного университета; Обучение, основанное на сотрудничестве нескольких учебных заведений; Обучение в специализированных образовательных учреждениях; Неформальное, интегрированное обучение на основе мультимедийных программ. |
| Андреев А.А. | Модель КТ (кейс-технология); Модель КО (корреспондентское обучение); Модель РТ (радиотелевизионная); Модель СО (сетевое обучение); Модель МТ (мобильная технология). |

Проведенный анализ моделей и систем ДО объясняется различием исходных установок авторов и исходных критериев, а также спецификой социально-экономических и социально-культурных особенностей национальных образовательных систем. Это позволяет выявить характерные особенности, связанные с национальными традициями, образовательной политикой и должны быть учтены при развитии национальной концепции развития ДО.

Карпенко И.В.

Белорусский национальный технический университет

Основными производственными факторами в литейных цехах являются: пыль, выделяющиеся пары и газы. Выбросы литейных цехов характеризуются большим количеством токсичных газовых компонентов и пыли различного дисперсного и химического состава. При этом доля выбросов в общем объеме загрязнений может достигать до 10-15% (до 30% выбросов оксида углерода, 15-20% промышленной пыли, 3-4% оксидов азота, около 3% оксидов серы и др.).

Наиболее крупными источниками пыле- и газовой выделений в атмосферу в литейных цехах являются: вагранки, электродуговые и индукционные печи, участки складирования и переработки шихты и формовочных материалов; участки выбивки и очистки литья.

Повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха, превышения ПДК вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны отражается также и на здоровье работающего персонала, вследствие чего условия труда работающих в литейных цехах характеризуются как «вредные».

С точки зрения повышения качества окружающей среды промышленное производство должно развиваться как за счет работы эффективного пылегазоулавливающего оборудования, так и за счет внедрения новых технологических процессов, обеспечивающих образование минимального количества вредных веществ и отходов.

В силу специфики литейного производства невозможно создать абсолютно «чистый» процесс, поэтому наряду с методами предотвращения загрязнений в литейных цехах необходимо внедрять эффективные методы очистки выбросов в атмосферу.

В связи с большим многообразием технологических процессов и оборудования, применяемого при производстве отливок, очистка пылегазовых выбросов литейных цехов осуществляется на установках, имеющих различные производительность и принцип действия.

Содержание

Технические и прикладные науки

| | |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| Судостроение и гидравлика | 3 |
| Энергетическое строительство | 19 |
| Инженерное обеспечение строительства | 40 |
| Строительные материалы | 54 |
| Архитектура жилых и общественных зданий | 61 |
| Градостроительство и ландшафтная архитектура | 93 |
| Дизайн архитектурной среды | 107 |
| Автомобильные дороги | 120 |
| Диагностика и управление качеством автомобильных дорог | 152 |
| Строительные и дорожные машины | 168 |
| Организация перевозок и дорожного движения | 182 |

Естественные и точные науки

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Математика и приложения | 213 |
| Математическое моделирование в прикладных исследованиях и учебном процессе | 236 |
| Математические модели механики сплошных сред, теории переноса и теории обработки информации | 245 |
| Физика | 257 |
| Теоретическая и компьютерная механика | 294 |

Общепромышленные и комплексные проблемы

| | |
|---------------------------------------------------|-----|
| Метрология, стандартизация и управление качеством | 303 |
| Микро- и нанотехника | 319 |
| Охрана труда | 330 |
| Экология и ресурсосбережение | 344 |

Научное издание

НАУКА –
ОБРАЗОВАНИЮ,
ПРОИЗВОДСТВУ,
ЭКОНОМИКЕ

Материалы Шестой международной научно-технической
конференции

В 3 томах

Том 2

Ответственный за выпуск Л.Э. Ляшенко

Подписано в печать 3.11.2008
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.
Усл.печ.л. 15,17. Уч.-изд. л. 16,32. Тираж 100. Заказ 1218.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.
ЛИ № 02330/0131627 от 01.04.2004.
Проспект Независимости, 65, 220013, Минск.