

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

НАУКА –
ОБРАЗОВАНИЮ,
ПРОИЗВОДСТВУ,
ЭКОНОМИКЕ

**Материалы 16-й Международной
научно-технической конференции
(71-й научно-технической конференции
профессорско-преподавательского состава,
научных работников, докторантов
и аспирантов БНТУ)**

В 4 томах

Том 2

**Минск
БНТУ
2018**

УДК 001:[37+658+338](063)

ББК 72я431

Н34

Редакционная коллегия:

С. В. Харитончик – д-р техн. наук;

А. М. Маляревич – чл.-кор. НАН Беларуси, д-р физ.-мат. наук;

А. С. Калиниченко – д-р техн. наук

В сборнике представлены материалы 16-й Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике» (71-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ), тематика которых посвящена актуальным проблемам современной науки.

ISBN 978-985-583-332-2 (Т. 2)

ISBN 978-985-583-330-8

© Белорусский национальный
технический университет, 2018

Технические и прикладные науки

Автомобилестроение

Применение дифференциала Torsen в трансмиссии автомобиля и выбор его параметров

Дыко Г. А.

Белорусский национальный технический университет

Дифференциал Torsen (TORque SENsing – чувствующий крутящий момент) представляет собой механический самоблокирующийся дифференциал, в котором используется набор червячных колес. Колеса дифференциала включают ведомые (полуосевые) червячные колеса и ведущие червячные шестерни (сателлиты). Основной особенностью конструкции является то, что червячные шестерни могут приводить во вращение другие шестерни, но сами не могут приводиться во вращение. Это свойство (расклинивание) позволяет частично блокировать дифференциал. В зависимости от величины передаточного числа и конструкции дифференциала, крутящий момент может распределяться по осям автомобиля в соотношении от 2,5:1 (60 % : 40 %) до 6:1 (84 % : 16 %) или даже до 7:1 (86 % : 14 %), а также распределяться в любых промежуточных значениях. При низких значениях входного крутящего момента колеса дифференциала вращаются свободно и его действие напоминает работу обычного симметричного дифференциала. Когда входной крутящий момент увеличивается, червячные колеса нагружаются, и в определенный момент два выходных вала блокируются. В дифференциале перераспределение крутящего момента происходит практически мгновенно и он не оказывает влияния на процесс торможения. Это свойство механизма обусловило его широкое использование в качестве межколесных и межосевых дифференциалов автомобилей. Основным недостатком является сложность его изготовления и, как следствие, высокая стоимость.

Разность крутящих моментов на валах привода зависит от моментов трения дифференциала

$$M_1 - M_2 = M_{f1} + M_{f2} + M_{f3} + M_{f4} + R/R_c(M_{fs1} + M_{fs2}),$$

где M_{f1} и M_{f2} – моменты трения в зацеплении полуосевых шестерен и сателлитов; M_{f3} и M_{f4} – моменты трения на торцах полуосевых шестерен в контакте с корпусом; M_{fs1} и M_{fs2} – моменты трения на торцах сателлитов в контакте с корпусом.

Процент блокировки дифференциала записывается

$$\% \text{ блокировки} = (M_1 - M_2) / M_{\text{кор}} \times 100,$$

где $M_{\text{кор}}$ – крутящий момент, подводимый к корпусу дифференциала.

Стратегия управления пневматическим модулятором АБС при системе помощи троганию грузового автомобиля с места на подъеме без откатывания

¹Ле В. Н., ²Нгуен Ч. Х., ¹Барковский К. Г.

¹Белорусский национальный технический университет, г. Минск

²Университет Ханоя техники и науки, г. Ханой

Для предотвращения скатывания автомобиля назад при трогании с места на подъеме в автоматическом режиме работы силового агрегата, рабочая тормозная система должна обеспечивать необходимый тормозной момент на колесах для удержания автомобиля на уклоне, пока передаваемый фрикционным сцеплением крутящий момент не увеличится достаточно для преодоления всех сопротивлений движению. По ходу увеличения передаваемого сцеплением крутящего момента в трансмиссию и его передачи ведущим колесам, тормозной момент, развиваемый колесными тормозными механизмами, должен уменьшаться по определенному закону. Применение данной системы существенно облегчает процесс трогания автомобиля с места на подъеме, исключая использование стояночного тормоза, уменьшая динамическую нагруженность трансмиссионных элементов, и повышает безопасность движения.

Регулирование тормозного момента на колесах, может осуществляться путем управления давлением в тормозной камере пневматическим модулятором АБС при фазе сброса давления. Принцип уменьшения давления в тормозной камере основан на открытии и закрытии пилотных электромагнитных клапанов модулятора в определенное время.

В процессе трогания с места на подъеме, использование широтно-импульсной модуляции при управлении модулятором неэффективно, так как даже при низкочастотном следовании сигналов невозможно получить требуемый закон уменьшения тормозного момента. Стратегия частотно-импульсной модуляции позволяет получить определенный закон уменьшения тормозного момента, который лишь частично соответствует закону нарастания крутящего момента в трансмиссии. Наиболее перспективным направлением в управлении пилотными клапанами модулятора является использование стратегии низкочастотной временно-импульсной модуляции (ВИМ-сигнал), которая позволяет за счет индивидуально настраиваемых на программном уровне параметров ВИМ-сигнала получать требуемый закон уменьшения давления в тормозных камерах привода колесных тормозных механизмов. Результатами экспериментальных исследований подтверждается работоспособность системы помощи трогания на подъеме при использовании предлагаемой стратегии управления модулятором.

Улучшение транспортного обслуживания жителей Заводского района г. Минска путем выбора рациональной концепции и маршрута электробуса

Галямов П. М.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время основным маршрутом, обслуживающим частный сектор Западного поселка Заводского района г. Минска является автобусный маршрут № 79 «А/с «Автозаводская» – «Вокзал». Однако он обладает недостатками, исходящими из использования автобусов большого класса:

- невысокая средняя скорость из-за сложностей маневрирования автобусов большого класса в узких улицах частного сектора;
- большие интервалы, увеличивающие время ожидания пассажиров;
- нерациональное использование дизельного топлива: половину своего пути маршрут №79 проходит под контактной сетью для троллейбусов.

На основании вышеизложенного, а также в связи с предстоящим вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС, предложено на маршруте № 79 вместо автобусов большого класса использовать электробусы среднего класса с динамической подзарядкой накопителя в периоды движения под контактной сетью для троллейбусов. Благодаря этому решению отпадает необходимость в постройке специальных зарядных станций, которые необходимы для электробусов с концепциями ночной и ультрабыстрой зарядки, а также на электробусе может быть использована тяговая аккумуляторная батарея от серийного легкового электрокроссовера Audi E-Tron, время полного заряда которой для запаса хода 400 км составляет 30 минут.

Обосновано использование кузова и агрегатной базы серийного автобуса МАЗ 206 полной массой 13200 кг для создания предлагаемого электробуса среднего класса. Расчет мощности двигателя по методике [1] показал, что она составляет порядка 80 кВт, причем из серийно выпускаемых такую мощность имеют два электродвигателя: трамвайный ДК263Б постоянного тока и синхронный двигатель с постоянными магнитами марки EM61 от электромобиля Nissan Leaf. Показано, что использование обоих типов электродвигателей потребует установки в трансмиссию электробуса согласующего редуктора: рядного двухвального в первом случае и планетарного – во втором, причем в первом варианте возможна замена импортного ведущего моста Dana Corporation на отечественный от грузового автомобиля МАЗ 4370, а второй вариант позволяет значительно уменьшить массу силового агрегата и получить жидкостное отопление салона.

УДК 629.1

Моделирование трансмиссии колесной машины средствами AMESIM.LAB

Сидоров С. А., Сонич О. А., Курильчик Ю. В.
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время при проектировании колесных транспортных средств повсеместно широко применяются пакеты компьютерного моделирования. Такие средства обладают различной степенью сложности и возможностями, позволяющие на стадии проектирования в достаточно короткий срок провести все необходимые расчеты.

Работниками кафедры «Автомобили» и научно-исследовательской испытательной лаборатории транспортных средств Белорусского национального технического университета разработаны различные имитационные модели, позволяющие проводить исследования нагрузок, возникающих в элементах трансмиссии колесных машин, таких как механическая коробка передач с ручным управлением либо механический бесступенчатый вариатор, главная передача, межколесные и межосевые дифференциалы, колесные редуктора, полуоси, карданные шарниры.

Модели разработаны в программном пакете LMS Imagine.Lab AMESim. Преимуществами данного пакета является достаточно обширная библиотека встроенных компонентов, представляющих модели узлов и агрегатов машин, что позволяет быстро создавать и рассчитывать поведение сложных мехатронных систем, возможность создания интуитивно понятного эскиза модели с помощью интерактивного графического интерфейса, а также возможность взаимодействия с другими программами, например, MATLAB Simulink. В настоящее время данная программа используется в различных областях техники, начиная от авиации и космонавтики и заканчивая автомобильной и общей промышленностью.

Модели включают в себя подмодели источника крутящего момента, механической коробки передач с ручным управлением или механического вариатора, главной передачи, межколесных и межосевого дифференциалов, полуосей, карданных шарниров, шин в контакте с опорной поверхностью, нагрузки от веса колесной машины, тормозной системы и воздействия дороги.

Разработанные модели в дальнейшем могут быть достаточно легко модифицированы и доработаны с учетом конкретных задач и используются при расчете и конструировании различных колесных машин, в том числе легковых автомобилей, производство которых начато в Республике Беларусь.

Проблемы подтверждения соответствия транспортных средств категорий L₆ и L₇ требованиям ТР ТС 018/2011 «О безопасности колёсных транспортных средств»

Дмитриев А. Б., Сонич О. А., Антюшена Л. М.
Белорусский национальный технический университет

Широко развивающаяся индустрия транспортных средств постоянно требует разработки и освоения в производстве новых видов. К таким видам относятся появившиеся на территории Республики Беларусь и всего Евразийского экономического союза (ЕАЭС) транспортные средства категорий L₆ и L₇ – квадрициклы. Одновременно с появлением нового вида транспорта стали возникать проблемы, касающиеся подтверждения соответствия требованиям ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».

Согласно приложения № 2 к техническому регламенту ТР ТС 018/2011 для транспортных средств категорий L₆ и L₇ в частности устанавливаются требования к внешнему шуму – Правила ООН № 9-06, к оснащению звуковыми сигнальными приборами – Правила ООН № 28-00, к выбросам – Правила ООН № 40-01, к оснащению устройствами непрямого обзора – Правила ООН № 46-02, к эффективности тормозных систем – Правила ООН № 78-03.

Правила ООН № 9-06 применяются к транспортным средствам категорий L₂, L₄, L₅, а Правила ООН № 28-00, № 40-01, № 78-03 применяются к транспортным средствам категорий L₃–L₅ согласно определений, указанных в Правилах.

Правила ООН № 46-02 применяются к установке устройств непрямого обзора на транспортных средствах категорий M и N, а также на транспортных средствах категории L, имеющих кузов по крайней мере частично закрытого типа. В то же время, установка зеркал заднего вида на транспортных средствах категории L, не имеющих кузова частично или полностью закрытого типа должна соответствовать требованиям Правил ООН № 81-00.

Транспортные средства категорий L₆ и L₇ с мотоциклетной посадкой по конструктивному исполнению и техническим характеристикам наиболее близки к транспортными средствами категории L₅. Учитывая процедуры подтверждения соответствия данных транспортных средств в Европейском союзе на соответствие требований Директивы 93/14/ЕЕС считаем необходимым пересмотреть требования и разъяснить применимость Правил ООН, указанных в приложении № 2 ТР ТС 018/2011 для транспортных средств категорий L₆ и L₇.

**Определение ограничения потребляемой мощности тягового
электродвигателя исходя из максимальной мощности
применяемого ДВС**

Калинин Н. В.

Белорусский национальный технический университет

Максимальная мощность на тяговом асинхронном электродвигателе (ТАД) может быть ограничена меньшим из трёх условий: возможностями ТАД, сцепными свойствами и возможностями ДВС (последнее ограничение будет при отсутствии накопителей энергии).

При поддержании определённого напряжения ограничение будет по току. Можно рассмотреть случаи: ограничение по полной мощности и ограничение по активной мощности. Рассмотрим первый случай. Вначале находится предельное значение полного тока статора I_1 при известном значении максимальной мощности и максимального момента ТАД. Далее необходимо определить скольжение ТАД, которое при этом будет.

Путём преобразований формул [1] получим выражение для определения полного тока в зависимости от скольжения s . Выразим скольжение из полученного выражения: для этого решим полученное квадратное уравнение. Для устойчивого режима работы ТАД будет значение:

$$s = \frac{r_1 \cdot c_1 \cdot r_2' + \sqrt{(r_1 \cdot c_1 \cdot r_2')^2 - (r_1^2 - b_t) \cdot c_1^2 \cdot (r_2')^2}}{b_t - r_1^2},$$

где $b_t = \frac{2I_0 \cdot U_{\text{лн}} \cdot k_U \cdot k_f \cdot (x_1 + c_1 \cdot x_2') + U_{\text{лн}}^2 \cdot k_U^2}{I_1^2 - I_0^2} - k_f^2 \cdot (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2$, коэффици-

ент c_1 определяется согласно [1, с. 10],

I_0 – ток холостого хода,

$U_{1,\text{н}}$ – номинальное фазное напряжение обмотки статора,

r_1 и r_2' – активное сопротивление фазы статора и приведённое активное сопротивление ротора номинальном режиме,

k_f и k_U – отношение частоты напряжения f_1 к её номинальному значению $f_{1,\text{н}}$ и напряжения к его номинальному значению $U_{1,\text{н}}$,

x_1 и x_2' – индуктивное сопротивление фазы статора и ротора при $f_{1,\text{н}}$.

Эволюция тормозных систем мотоциклов

Михальцевич Н. Р.

Белорусский национальный технический университет

В последнее десятилетие наблюдается бурный рост количества двухколесной одноколейной техники.

Этому предшествуют различные факторы:

- технические – значительный шаг в развитии данного типа техники;
- экономический – значительно более дешевые в эксплуатации, чем автомобили.

Однако с ростом количества двухколесной техники – предъявляются и новые требования к безопасности.

Ключевую позицию занимает активная безопасность.

Основная система, обеспечивающая высокий уровень активной безопасности – это тормозная система и интегрированные вместе с ней электронные системы безопасности, такие как антиблокировочные системы (АБС) и наиболее современные системы динамической регулировки режимов движения мотоцикла.

Однако при проектировании следует учитывать целевое назначение и стоимость проектируемого мотоцикла, для того чтобы одновременно и повысить уровень безопасности и сохранить конкурентно способную стоимость транспортного средства.

Именно для этого предлагаются различные компоновочные решения в проектировании АБС для мотоциклов.

Проектируемые системы оснащаются именно той сенсорной базой и блоками управления, которые будут отвечать всем техническим требованиям и экономическим веяниям на рынке мототехники.

Нельзя пренебрегать при проектировании и разработками данных систем, которые могут в полной мере учитывать все процессы, происходящие при движении и взаимодействующие и обменивающиеся информацией с другими современными электронными системами, такими как:

- электронно-регулируемая подвеска,
- электронная система управления двигателем и коробкой передач,
- топливная система и др.

**Основные положения контроля динамической нагруженности
несущей системы карьерного самосвала на основе коэффициентов
динамичности**

¹Бусел Б. У., ²Рак М. В.

¹Белорусский национальный технический университет

²БелАЗ

Для экспресс-оценки уровня силовой динамической нагруженности несущей системы от воздействия неровностей дороги предлагается использовать коэффициенты динамичности в виде

$$K_{\dot{a}i} = F_{\max i} / F_{\dot{a}0} = (F_{\dot{a}0} + F_{\dot{a}i}) / F_{\dot{a}0},$$

где $F_{ст}$ – нормативное значение статической нагрузки на цилиндр подвески;

$F_{\max i}$ – выделенный i -й максимум реализации силы в цилиндре;

F_{di} – динамическая составляющая нагрузки $F_{\max i}$.

В дальнейшем анализе динамической нагруженности несущей системы учитываются значения $K_{di} > 1$. Для обобщенной оценки уровня динамической нагруженности на расчетном участке дороги и, соответственно, ровности этого участка предлагается показатель «сопоставимый накопленный коэффициент динамичности» по процессу нагружения

$$KD = \frac{\sum_i K_{di}}{S_p},$$

где K_{di} – i -й выделенный коэффициент динамичности на участке дороги протяженности S_p (в км).

Полученные KD могут анализироваться как отдельно по цилиндрам подвески, так и в суммарных величинах по мостам, колеям и в целом по самосвалу. Значения KD приведены к пробегу в 1 км и поэтому позволяют сопоставлять уровни динамической нагруженности по расчетным участкам дороги, или же с установленными предельными значениями.

Предложенный оценочный критерий KD предполагается использовать в бортовой системе контроля уровня динамической нагруженности несущей системы карьерного самосвала и оценки ровности карьерной дороги по микропрофилю.

Анализ типовых неисправностей силовых агрегатов

¹Карпиевич Ю. Д., ²Бондаренко И. И.

¹Белорусский национальный технический университет

²Белорусский государственный аграрный технический университет

Среди неисправностей двигателей внутреннего сгорания можно выделить следующие: превышение уровня СО в отработавших газах (бензиновые), превышение уровня сажи в отработавших газах (дизельные), перегрев двигателя, аварийное давление масла в системе смазки, степень выработки ресурса моторного масла; среди неисправностей сцепления – пробуксовка сцепления в тяговом режиме двигателя, пробуксовка сцепления в режиме торможения двигателем, степень износа фрикционных накладок ведомого диска сцепления, перегрев сцепления; среди неисправностей привода управления сцепления – сигнал от датчика положения рычага вилки выключения сцепления меньше допустимого нижнего предела диапазона измерения, сигнал от датчика положения рычага вилки выключения сцепления больше допустимого верхнего предела диапазона измерения, увеличенный свободный ход муфты выключения сцепления, уменьшенный свободный ход муфты выключения сцепления; среди неисправностей гидравлической коробки передач – низкое давление масла в гидросистеме коробки передач, высокое давление масла в гидросистеме коробки передач, степень износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт, пробуксовка гидроподжимной муфты в тяговом режиме двигателя, пробуксовка гидроподжимной муфты в режиме торможения двигателем [1].

Внезапность возникновения большинства неисправностей, неспособность водителя своевременно предотвратить их последствия, сложность поиска неисправностей убедительно свидетельствуют о необходимости разработки эффективных методов, алгоритмов и технических средств диагностирования силовых агрегатов, без чего их использование на колесных и гусеничных машинах не представляется возможным.

Все неисправности исследуемого силового агрегата могут быть классифицированы таким образом: неисправности, исключающие дальнейшую эксплуатацию колесных и гусеничных машин; неисправности, снижающие безопасность эксплуатации колесных и гусеничных машин; неисправности, ухудшающие эффективность управления силовым агрегатом.

**К вопросу о динамическом способе управления
прицепным звеном автопоезда**

Горпинюк А. В., Гирман Д. К., Романенко В. О.
Национальный транспортный университет, г. Киев

Поворот автопоезда с многоосным прицепным звеном имеет ряд недостатков: боковое скольжение и значительный боковой увод шин, что приводит к повышенному их износу и других элементов ходовой части. Для исключения этих недостатков возникает необходимость применения двух и более поворотных осей (осей с поворотными колесами). Наиболее распространены конструкции приводов управления, реализующие кинематический способ поворота. Дальнейшее развитие систем, обеспечивающих рулевое управление прицепным звеном автопоезда, может быть получено путем реализации динамического способа поворота: необходимое распределение тормозных усилий по колесам прицепного звена автопоезда с использованием электронных систем.

Проведен анализ электронных систем, используемых в тормозных приводах автопоездов, с целью определения возможности их применения в реализации динамического управления поворотом прицепного звена.

Существуют разработки систем управления автотранспортными средствами с бортовой ЭВМ, которая осуществляет на основе комплекса входных параметров обработки управляющего сигнала. Это позволило автомобилю «поправлять» водителя и даже исправлять с помощью электронных систем ошибки, совершаемые им. Работа электронных автоматических устройств в системах управления автопоездов направлена, прежде всего, на улучшение их динамических и кинематических характеристик. Такими системами стали антиблокировочная система тормозов, противобуксовочная система, система стабилизации движения. Дальнейшим развитием электронных систем являются навигационные системы, которые определяют оптимальные маршруты движения, извещают водителя об опасностях на дорогах и выполняют много других функций. По работе автоматические устройства делят на две группы. К первой относят те, которые управляют передними колесами автомобиля-тягача, в результате чего стабилизируется курс, а ко второй – устройства, влияющие на управляемые колеса (оси) ведомых звеньев. Их назначение – обеспечение движения звеньев автопоезда по путям, близким к траектории тягача при достаточной устойчивости движения звеньев автопоезда. Для реализации динамического способа поворота прицепного звена автопоезда необходимо провести комплекс теоретических исследований.

**Повышение надежности втулки
двух- и трех колесных транспортных средств**

¹Герлицы Ю., ²Кравченко А. П., ³Кравченко Е. А., ¹Хаусер В., ¹Лак Т.
¹Жилинский университет, г. Жилина

²Житомирский государственный технологический университет,
г. Житомир

³Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля,
г. Северодонецк

Учитывая стремительный рост количества двух- и трех колесных транспортных средств, острой проблемой становится надежность работы устройств, механизмов и систем, которые обеспечивает их безопасное дорожное движение.

Недостатком известных конструкций втулок двух- и трех колесных велосипедов является низкая безопасность велосипедиста, вызванная повышенной вероятностью появления трещин оси втулки и возможности падения человека с велосипеда при отказе (поломке) оси втулки. Причиной появления трещин оси являются усталостные напряжения, возникающие в месте крепления конуса втулки. К недостаткам конструкции также относятся размеры и вес втулки, что повышает энерго- и материалозатраты при изготовлении.

Повысить безопасность эксплуатации транспортного средства предложено усовершенствованием конструкции втулки велосипеда за счет введения новых элементов. Для уменьшения возникновения трещин оси необходимо нагрузку распределять по оси втулки равномерно за счет использования игольчатых подшипников. Это позволит распределить нагрузку по большей плоскости контакта. Корпус втулки опирается на внешнее кольцо игольчатых подшипников, которые закреплены с обеих сторон с помощью элементов скольжения и безопасности (ЭСИБ). Между наружной поверхностью ЭСИБ предусмотрен радиальный зазор с внутренней поверхностью корпуса втулки. Это позволяет при возникновении трещин некоторое время продолжать безопасное движение на велосипеде до полной его остановки и исключить травмирование велосипедиста при возможном падении. Применение предложенного решения позволит уменьшить напряжение нагруженной части оси за счёт устранения резьбы и конуса втулки, повысить надежность втулки велосипеда и безопасность его эксплуатации.

Усовершенствованная конструкция также приведет к уменьшению веса втулки и снижению энерго- и материалозатрат при изготовлении.

Результаты экспериментальных исследований оценки динамического воздействия подвижного состава на путь

¹Ноженко Е. С., ¹Ноженко В. С., ¹Кравченко К. А., ²Левковский А. А.

¹Восточноукраинский национальный университет имени В. Даля,
г. Северодонецк

²Житомирский государственный технологический университет

Целью испытаний было сравнение величин напряжений, возникающих в рельсах при прохождении подвижного состава для установления зависимостей между фиксированными величинами, параметрами подвижного состава, и условиями испытаний (скорость движения, загруженность подвижного состава, дефекты колес) и оценки динамического воздействия подвижного состава с дефектными колесными парами.

В испытаниях участвовал опытный поезд, состоящий из тепловоза ЧМЭЗ и полувагона в порожнем (20,5 т) и груженом (79 т) состояниях. Полувагон имел дефекты на поверхностях катания (первая колесная пара без ползунов, 2 колесная пара с ползуном глубиной $h_2 = 2,5$ мм, 3 колесная пара – $h_3 = 0,5$ мм, 4 колесная пара – $h_4 = 1$ мм).

Испытаниями установлено: движение тепловоза со скоростью 10–40 км/ч не оказывает значительного влияния на параметры величин кромочных напряжений рельсов, а величины ускорений рельсов линейно зависят от скорости движения; данная тенденция наблюдается в вертикальном (\max_{aZ} достигает 227 м/с^2) и в горизонтальном (\max_{aY} достигает 283 м/с^2) направлениях.

Рассматривая статистические характеристики величин кромочных напряжений и ускорений рельсов при проезде загруженного полувагона с ползунами на колесах установлено превышение в несколько раз допустимого значения величины \max_{σ} для 3-го колеса полувагона (достигает 790 МПа, $h_3 = 0,5$ мм) при скоростях движения 20 - 40 км/ч для отдельных проездов, которое для всех типов подвижного состава составляет 240 МПа. Влияние скорости движения полувагона на величины ускорений рельсы, установлено повышение значения статистических характеристик для 9 и 10 колесных пар поезда в обоих направлениях.

Оценка зависимости \max_{σ} от величины \max_{a} в исследуемом диапазоне скоростей показала аномальные значения ускорений рельсы при проезде 6-й колесной пары локомотива без превышения уровня допустимых напряжений (240 МПа), а также то, что уровень ускорений свыше 330 м/с^2 для 3 и 4 колес полувагона отражает наличие дефектов в колесных парах.

Определение аэродинамических показателей автомобиля методом физического моделирования

Опанасюк Е. Г., Можаровский Н. М.

Житомирский государственный технологический университет

Одним из направлений улучшения топливной экономичности автомобиля является минимизация силы сопротивления воздуха, которая определяется по известной формуле

$$P_w = K \cdot F \cdot V_a^3, \text{ Н,}$$

где K – коэффициент обтекаемости автомобиля, $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$;

F – площадь миделевого сечения, м^2 ;

V_a – скорость автомобиля, $\text{м}/\text{с}$.

Анализируя эту зависимость воздуха можно отметить, что для автомобиля, имеющего определенные размеры и эксплуатирующегося в определенном диапазоне скоростей движения важным фактором влияния на величину силы сопротивления воздуха является коэффициент обтекаемости, аналитическое определение которого представляет большую сложность, а экспериментальное требует значительных материальных затрат.

В связи с этим авторами разработана конструкция установки для определения силы сопротивления воздуха методом физического моделирования.

Экспериментальная установка состоит из горизонтально расположенной трубы круглого сечения. К одному концу трубы прикреплен электродвигатель с вентилятором и рассекающий предназначенный для устранения завихрений потока воздуха. Модель автомобиля, изготовленная в масштабе 1:15, установлена на шарнирно закрепленной платформе, имеющей возможность отклонения вдоль оси трубы под действием потока воздуха. Величина отклонения платформы с моделью автомобиля от положения равновесия пропорциональна величине силы сопротивления воздуха, действующей на модель автомобиля. Установка оборудована датчиками для измерения силы сопротивления воздуха, скорости потока воздуха, а также устройством для изменения скорости потока воздуха изменением частоты вращения вентилятора.

Учитывая, что исследования проводятся на масштабной модели транспортного средства, значения измеренных параметров (сил, скорости потока воздуха), полученные в ходе эксперимента, необходимо пересчитать с учетом положений теории размерностей и подобия.

Изменяя конфигурацию модели автомобиля, в том числе с помощью обтекателей разных конструкций, можно определить степень влияния этих изменений на коэффициент обтекаемости, а значит и на силу сопротивления воздуха и оптимальную конструкцию и расположение обтекателей.

Моделирование движения легкового автомобиля с активной подвеской по дороге с неровным покрытием

Поляков В. М., Филипова Г. А., Разбойников А. А.
Национальный транспортный университет, г. Киев

Известно, что движение автомобиля по неровной дороге сопровождается динамическими нагрузками на транспортное средство и дорогу, что негативно влияет на их техническое состояние, а также ухудшает показатели эксплуатационных свойств автомобиля. Подвеска автомобиля предназначена для уменьшения динамических нагрузок при передаче сил, действующих в контакте шины с опорной поверхностью.

Проведено математическое моделирование движения автомобиля с пассивными и активными независимыми подвесками передних и задних колёс по неровной дороге. Расчетная схема пятимассовой пространственной модели учитывает: передаточную функцию направляющего аппарата подвески, включение в работу буферов ограничения хода, изменения коэффициента сопротивления демпфера; радиальную, окружную и боковую жесткости эластичной шины и ее отрыв от опорной поверхности. При исследовании движения автомобиля с активной подвеской учтено быстроедействие и кинематическую связь исполняющего механизма с направляющим аппаратом подвески.

Полученные результаты моделирования свидетельствуют о том, что при равномерном прямолинейном движении автомобиля с пассивной подвеской по дороге с синусоидальной неровностью максимальные динамические нагрузки в пятне контакта его шин с опорной поверхностью могут в три раза (в зависимости от скорости движения автомобиля и геометрических параметров неровности) превышать статические. Максимальная нагрузка в подвеске может достигаться даже в момент отрыва автомобильного колеса от опорной поверхности (вследствие действия сил инерции и ограниченного хода сжатия). При движении автомобиля в тех же условиях, но уже с активной подвеской, динамические нагрузки в пятне контакта колеса с опорной поверхностью близки к статическим. При движении автомобиля с пассивной подвеской, в отличие от автомобиля с активной подвеской, по неровной дороге наблюдается не только изменение угла продольного и поперечного кренов, но и курсового угла, что повышает вероятность выхода автомобиля с коридора безопасного движения. Далее необходимо подтвердить адекватность математической модели путём экспериментального исследования движения автомобилей с пассивной и активной подвесками по неровной дороге.

**Выбор типа автобуса для перевозки пассажиров
междугородном сообщении**

Сахно В. П., Поляков В. М., Пинчук В. А.
Национальный транспортный университет, г. Киев

Перевозки пассажиров автомобильным транспортом на значительные расстояния (в междугородном и международном сообщении) характеризуются постоянным ростом пассажирооборота и нуждаются в повышении эффективности его работы, но прежде всего - его безопасности движения и экологической безопасности. Исследование влияния конструктивных параметров на производительность и экономичность подвижного состава является необходимым условием совершенствования транспортных услуг.

Проведен анализ основных нормативных документов, регулирующих требования к подвижному составу по перевозке пассажиров.

В некоторых странах требования к структуре подвижного состава определяются организатором регулярных перевозок в условиях конкурса. Транспортные средства должны соответствовать требованиям безопасности движения, комфортности, охраны труда и экологической безопасности, находиться в надлежащем техническом и санитарном состоянии. На маршрутах используются автобусы общего назначения, категория и класс которых соответствуют требованиям, установленным для городского, пригородного, междугородного или международного транспорта, а пассажироместность-пассажиропотоку с учетом обеспечения доступа к объектам социального, медицинского и культурного назначения лицам с ограниченными физическими возможностями. Законодательство учитывает также такие показатели, как наличие у перевозчика достаточного количества автобусов, которые отвечают классу и пассажироместности, наличие лицензионной карточки и свидетельства соответствия автобуса параметрам комфортности.

Для достижения поставленной цели предложена методология выбора типа автобуса для перевозки пассажиров в междугородном сообщении, исходя из условий оптимального сочетания его конструктивных параметров для обеспечения необходимой комфортности перевозок пассажиров.

Дальнейшая работа предусматривает разработку методологии комплексной оценки автобуса по отдельным оценочным показателям (двигателя, элементов трансмиссии, шин, компоновки салона).

**Подходы к решению задачи оптимизации передаточных чисел
трансмиссии автомобиля**

Сахно В. П., Корпач А. А.

Национальный транспортный университет, г. Киев

При оптимизации передаточных чисел трансмиссии автомобиля целевая функция обычно зависит от многих параметров, а следовательно, может возникнуть необходимость в наложении функциональных ограничений в виде равенств или неравенств на входные параметры, а также в необходимости проведения нормирования, то есть представление управляемых параметров безразмерными или величинами одной размерности.

Существует два основных подхода к решению задач оптимизации при наличии необходимости наложения ограничений. Первый подход ориентирован на поиск безусловного экстремума, то есть определение максимума или минимума функции, без наложения определенных ограничений. Постановка задачи выбора оптимальных параметров трансмиссии автомобиля такова, что его можно решать только методами нелинейного программирования многомерного поиска. Это объясняется тем, что целевая функция и ограничения описываются нелинейными зависимостями от вектора управляемых параметров, для определения которых применяют методы безусловной оптимизации, которые, в свою очередь, подразделяют на методы нулевого, первого и второго порядка.

Второй подход основан на том, что задача оптимизации параметров трансмиссии автомобиля является задачей условной оптимизации с ограничениями. При этом применение метода штрафных функций и других методов дает возможность перехода от условной оптимизации к задаче безусловной оптимизации.

При оптимизации ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля, целесообразно использовать второй подход, ведь обычно целевая функция не является функцией одной переменной. Однако, введя ряд ограничений целевую функцию можно привести к виду непрерывной унимодальной функции одной переменной, а ее экстремумы и будут искомыми оптимальными решениями.

Тракторостроение

**Об управлении трансмиссией гусеничного трактора
с тяговым электроприводом**

Атаманов Ю. Е., Плищ В. Н., Таяновский Г. А.
Белорусский национальный технический университет

В развитых странах на тракторах доминируют трансмиссии с переключением механических передач под нагрузкой, двухпоточные гидромеханические приводы, с бесступенчатыми гибридными и частотно регулируемые электромеханическими трансмиссиями с электропитанием от накопителей в виде мощных аккумуляторов или суперконденсаторов.

Актуальной остается задача обоснования алгоритмов управления трансмиссиями с тяговым электродвигателем, для обеспечения высокой экономичности и производительности МТА на базе таких тракторов, в частности, на базе гусеничного с.-х. трактора с электроприводом.

Цель работы – очертить актуальные задачи управления тяговыми электроприводами трансмиссии на с.-х. тракторе для выбора направления построения процедурной модели адаптивного многозадачного ситуационного управления трансмиссией гусеничного трактора.

Изыскания включали: 1 – формулирование энергетически и технологически рациональных целей управления трактором для спектра выполняемых МТА технологических операций и характерных ситуаций или эпизодов-обстановок движения, с учетом требований безопасности; 2 – составление описания наилучших, для достижения целей, режимов работы трактора в составе МТА по тяге, скорости и расходу энергоносителей; 3 – выбор стратегии удержания ДВС гибридной силовой установки в области наименьших расходов топлива, а в случае электропривода от электронакопителей – выбор способа использования привода в зоне наибольших значений КПД электрической части, обоснование вида критерия оценки эффективности управления для электротрансмиссий; 4 – определение необходимой механической характеристики частотно-управляемого мотор-генератора и тягового электродвигателя; 5 – определение рационального поля рабочих точек для принятой структурной схемы моторно-трансмиссионно-двигательной установки (МТДУ) трактора; 6 – выбор информационных переменных для создания ситуационной системы управления и идентификации-мониторинга режимов работы трактора и системы управления, в том числе в случае беспилотного варианта; 7 – описание логики управления МТДУ, разработка структурной функциональной и алгоритмической схем системы управления трансмиссией.

Повышение точности позиционирования транспортных средств

Бойков В. П., Вашкевич Ю. Ф.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время активно разрабатываются робототехнические системы для организации беспилотного управления сельскохозяйственными машинами.

Важной и актуальной проблемой является точность позиционирования машин на обрабатываемом поле. Системы ГЛОНАС, GPS и некоторые другие позволяют получить точность от 200 м до 1200 м. Этой точности явно недостаточно для качественной обработки сельскохозяйственных угодий.

Для решения упомянутых задач начато исследование по разработке методики (на основе методов триангуляции) определения положения трактора (МТА) и разработке систем контролируемого движения техники по полевым участкам.

Для решения таких задач предусматривается создание сети опорных точек вокруг обрабатываемого поля, представляющих собой неподвижно закрепленные воздушные зонды с размещенными на них маломощными импульсными приемопередатчиками. Высоту размещения и их количество можно выбирать исходя из профиля и других характеристик поля. Следует отметить, что от количества зондов зависит точность обработки поля.

На тракторе размещается микроконтроллер и электронные органы управления (аналогично решениям, принятым в тракторе John Deere 7930). Для микроконтроллера создается специальное программное обеспечение для управления трактором и передачи информации на пульт оператора. Оператор может управлять несколькими машинами. Перемещение шаров зондов на другое поле труда не составит. Существующие методы триангуляции позволяют с высокой точностью определять положение трактора и управлять его движением.

Аналогичные приемопередатчики размещаются на пульте управления трактора. Существующие методы радиолокации позволяют весьма точно измерить расстояние и угловые координаты от каждого зонда до трактора. Подобное решение позволяет применить любой из известных методов создания геодезической сети для любого поля (триангуляция, полигонометрия, трилатерация).

**Метод оптимизации параметров движителя колесных
многофункциональных машин**

Гуськов В. В., Павлова В. В., Макаренко Р. Ю., Сушнёв А. А.
Белорусский национальный технический университет

Для реализации военных и народнохозяйственных программ в странах Республики Беларусь и Российской Федерации создаются многоцелевые колёсные машины (МКМ), способные агрегатироваться с навесным и прицепным оборудованием и двигаться по естественной поверхности, особенно по грунтам со слабой несущей способностью.

При проектировании этих машин одним из основных модулей этих машин является движитель, оборудованный различного типа шинами.

Определение его системообразующих параметров (диаметра, ширины, давления воздуха в шине и др.) возможно при исследовании взаимодействия ведущего колеса с грунтовой поверхностью, которая характеризуется определёнными физико-механическими характеристиками и сопротивлением грунтов сжатию и сдвигу.

Нами разработан метод определения оптимальных и системообразующих параметров колеса, где в качестве критерия эффективности применяются коэффициент полезного действия η_k , равный $\eta_k = (1 - \delta)(1 - F_{cnp}/F_k)$, где δ – буксование, в долях единицы; F_{cnp} – сила сопротивления за счёт смятия грунта движителем и образования колеи, Н; F_k – касательная сила тяги, Н.

При этом могут иметь место:

1. оптимизация вертикальной G нагрузки при заданных системообразующих параметрах движителя, т.е. решается уравнения вида $d\eta_k/dG = 0$.

2. при заданной вертикальной нагрузке $d\eta_k/d(D, B, P_w, \dots) = 0$, где D – диаметр, B – ширина колеса, P_w – давление воздуха в шине. При решении второго вида уравнения следует учитывать соотношение $\lambda = D/B$, принятого для разного вида шин.

Исследование влияния давления воздуха в шинах многоцелевых колесных машин на их тягово-сцепные свойства и проходимость по грунтам со слабой несущей способностью

Гуськов В. В., Павлова В. В., Макаренко Р. Ю., Сушнёв А. А.
Белорусский национальный технический университет

В связи с освоением арктических районов РФ, Сибири и Дальнего Востока, где преобладающей грунтовой поверхностью являются грунты со слабой несущей способностью (различного рода болота и заболоченные земли) возникают проблемы проходимости многоцелевых колёсных машин (МКМ), которые широко используются как в военном, так и в гражданском строительстве. Проходимость МКМ теряется в двух случаях: при недостатке движущей силы, которая возникает при взаимодействии колёсного движителя с грунтовой поверхностью, т.е. $\Sigma F_{сц} > \Sigma F_k$, где $\Sigma F_{сц}$ – сумма сил сопротивления движению за счет смятия грунта движителем и образования колеи, ΣF_k – сумма движущих сил, возникающих за счёт сил трения и сдвига грунтовых кирпичей и буксования; при посадке МКМ на днище, т. е. $h > H$, где h – глубина колеи, H – высота дорожного просвета.

Одним из способов повышения проходимости МКМ является снижение давления воздуха в шинах, при этом увеличивается опорная площадь и снижается давление движителя на грунт. Известно много способов изменения давления воздуха в шинах, но его изменение производится водителем при встрече с неблагоприятными дорожными условиями или полуавтоматически на длительный период. При этом, возникают случаи, когда внезапно появившееся ухудшение дорожной обстановки требует немедленного изменения давления. На основании теоретических и экспериментальных исследований этого явления нами предложен метод автоматического регулирования давления, заключающийся в разработке электронного устройства, которое выполняло бы условие $dF_k/d\delta \rightarrow 0$ и $F_k \rightarrow \max$, где δ – буксование. Это условие основано на том, что при взаимодействии колёсного движителя с грунтом возникают процессы буксования и движущая сила достигает своего максимального значения не при стопроцентном буксовании, а при буксовании в пределах от 26 до 38 процентов в зависимости от категории грунта и погодных условий. Как только движущая сила приближается к максимуму, срабатывает устройство, «сравливающее» давление в пределах 1-2 секунд, т. е. на расстоянии пройденного МКМ пути, равном его продольной базе.

Исследование влияния параметров шин на поворачиваемость машины

Дзёма А. А.

Белорусский национальный технический университет

Применение пневмоколесных движителей низкого давления создает дополнительные проблемы управляемости и устойчивости движения транспортного средства. Они, в большинстве своем, имеют большой радиус качения при высоком профиле шин. Это сильно влияет на снижение траекторной управляемости, траекторной устойчивости, курсовой устойчивости, реакции объектов на поворот руля и другие показатели (в режимах разгона, равномерного движения, торможения и при маневрировании).

Для исследования влияния параметров шин на поворачиваемость машины разработана 3-D модели шины низкого давления Ф-118А нс², с учетом ее конструктивных особенностей для анализа в конечно-элементном пакете. При исследовании напряженно-деформированного состояния (НДС) шин рассматривались основные задачи: посадка шины на диск; накачка шины до номинального давления; нагружение шины весом шасси с учетом контакта с дорогой для определения статического пятна контакта; качение шины с постоянной скоростью, при этом можно получать результаты для усилий и моментов на шпинделе; анализ нестационарного качения.

Методика решения поставленных задач схожа для известных универсальных программных комплексов, применяемых для исследования НДС моделей, таких как *ABAQUS*, *MSC.Software*, *ANSYS* и др.

При разработке конечно-элементной модели для исследования напряженно-деформированного состояния шин учитывается тип решаемой задачи. Для решения задачи определения статического пятна контакта формируется более подробная сетка в нижней части шины, а для задачи стационарного вращения подробная сетка строится только вблизи зоны пятна контакта.

Основным материалом в шине являются резиновые смеси. Резина относится к гиперэластичным материалам с обратной выпуклостью кривой растяжения-сжатия. Для описания свойств реального материала задается плотность материала, и вводятся данные, полученные на основании эксперимента. Их можно задавать в виде таблицы в препроцессоре по умолчанию или через отдельный файл. В таблицу вводятся точки (номинальные напряжения и соответствующие им деформации), по которым строится диаграмма растяжения для резины.

Расчетная схема навесного пахотного агрегата с системой высотного регулирования

Жданович Ч. И.

Белорусский национальный технический университет

У навесной машины сила тяжести машины в транспортном положении воздействует на почву или дорогу непосредственно через колеса трактора. В рабочем положении машина, как правило, опирается на свои рабочие органы и колеса, в транспортном – оторвана от почвы.

Особенностью адаптации энергонасыщенных тракторов к зональным технологиям почвообработки является ступенчатое изменение эксплуатационной массы путем балластирования. Изменять сцепную массу трактора можно не только путем балластирования, но и догружая весом агрегируемой машины. На догрузку трактора агрегируемой машиной и поддержание агротехнически заданной глубины обработки почвы оказывает влияние способ регулирования заглублением рабочего орудия. Если в традиционном пахотном навесном машинно-тракторном агрегате с высотным регулированием опорное колесо плуга заменить датчиком высоты и связать его с контроллером управления электрогидравлической системой управления навеской, получим новое качество: – нагрузка ранее приходившаяся на опорное колесо будет догружать задние ведущие колеса трактора, что приведет к увеличению касательной силы тяги трактора; - уменьшится тяговое сопротивление плуга, обусловленное трением колеса на оси и потерями при его качении по почве.

Рассмотрены силы, действующие в продольно-вертикальной плоскости на трактор со стороны навесного орудия. Соединение плуга с трактором осуществлено по трехточечной системе. В общем случае (при движении правых колес по дну борозды) направления усилий в левой и правой нижних тягах не совпадают. На плуг действуют следующие внешние силы: вес плуга; реакция почвы на рабочие поверхности корпусов, результирующая сила трения полевых досок о стенки борозд, включая силу прижатия ко дну борозды; сила тяги трактора. К трактору приложены внешние силы: вес трактора и балластных грузов; нормальные и тангенциальные реакции передних и задних колес; силы в точках креплений тяг навесного устройства к остоу трактора.

Рассмотрено условие равновесия плуга и трактора в продольно-вертикальной плоскости, составлены уравнения и определены неизвестные: усилия в тягах навесного устройства, распределение веса по осям трактора.

**Математическая модель исследования поворачиваемости шасси 6×6
с шинами низкого давления**

Жданович Ч. И., Дзёма А. А.

Белорусский национальный технический университет

Для исследования поворачиваемости шасси бхб и составления уравнений движения была разработана пространственная модель шасси, движущегося с постоянной угловой скоростью по кругу и повернутыми колесами первой и третьей оси на средние углы α_1 и α_3 . Для выбранных параметров углов поворота колес определялись радиусы поворота и ускорения центра масс без учета углов увода. В результате решения системы уравнений определялись значения суммарной силы тяги и боковые силы. В зависимости от типа привода определялись тяговые усилия мостов. Зная силы, действующие на колеса, рассчитывались поправочные коэффициенты, корректировался коэффициент сопротивления уводу, и определялись углы увода мостов, с учетом которых повторно решалась исходная система уравнений до тех пор, пока разница значений радиусов поворота, полученного на предыдущем и текущем расчете, не будет меньше выбранной.

При моделировании учитывалось: перераспределение вертикальных реакций на колесах при повороте шасси и возникающее вследствие этого изменение касательных реакций; упругие свойства шин, влияние момента сопротивления повороту шасси, движущегося по криволинейной траектории. Суммарный момент сопротивления поворота шасси складывается из моментов сопротивления колес, вызванных их качением по криволинейной траектории под действием боковых сил.

Для более полного исследования влияния конструкции шин на управляемость в повороте также учитывалось перераспределение центробежной силы F_i для каждого колеса одной оси. В соответствии с законом упругих деформаций, большую нагрузку воспринимают более жесткие элементы. Поэтому, общая силу инерции F_i будет пропорционально распределяться боковым жесткостям наиболее нагруженных колес наружного и внутреннего бортов: $F_{НБ} = F_i \cdot c_{ун} / (c_{ун} + c_{ув})$; $F_{ВБ} = F_i \cdot c_{ув} / (c_{ун} + c_{ув})$, где $c_{ун}$, $c_{ув}$ – боковая жесткость шин наружного и внутреннего бортов соответственно.

Для шасси с избыточной поворачиваемостью дополнительно определялась критическая скорость, при которой происходит движение по криволинейной траектории при неповернутом рулевом колесе, т.е. шасси теряет устойчивость движения.

Выбор расстояния между поддерживающими катками сельскохозяйственного трактора

Плищ В. Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время на сельскохозяйственных тракторах нашли широкое применение резиноармированные гусеницы (РАГ). Скорости тракторов с РАГ увеличились до 30 км/ч, предварительное натяжение гусеницы до 16 кН. В связи с этим потребовали уточнения некоторые подходы по выбору параметров гусеничного движителя, например, количества поддерживающих катков (ПК) в гусеничном движителе.

При выборе количества ПК основным является определение расстояния между ними. В качестве критерия примем вывод резонансного режима за эксплуатационный диапазон. Резонансную частоту колебаний определим из работы [1]. Согласно [2] в результате исследований установлено, что эффект от возмущения исчезает почти полностью, когда разница между значениями частот составляет 20%. В результате получена зависимость для определения расстояния между ПК l_n :

$$l_n \leq \frac{k \cdot l_n}{2,4 \cdot v_t} \sqrt{\frac{g \cdot F}{q}},$$

где l_n – длина неровности; v_t – скорость трактора; k – форма колебаний g – ускорение свободного падения; F – усилие в ветви обвода; q – вес единицы длины гусеницы.

Используя вышеприведенную формулу установлено, что для сельскохозяйственных тракторов класса 5 с РАГ (агрофон «стерня»; $F = 16$ кН; $q = 666,53$ Н/м; $l_n = 5$ м; $v_t = 30$ км/ч; $k = 1$) l_n может достигать значения 3,8 м. Поэтому в ходовых системах тракторов с РАГ класса 5 целесообразно применение одного ПК. При этом согласно рекомендациям [3] ПК необходимо смещать в сторону ведущего колеса, чтобы предотвратить намагнивание РАГ на него.

К вопросу оценки тормозных качеств полноприводного трактора

Поварехо А. С., Рахлей А. И.

Белорусский национальный технический университет

При торможении с заблокированным приводом на прямолинейном участке дороги действительные линейные скорости колес переднего $V_{д1}$ и заднего $V_{д2}$ мостов равны между собой: $V_{д1} = V_{д2}$.

Возникающие тормозные силы в пятне контакта шин с дорогой можно выразить через их скольжения: $F_i = \varphi_i(S_i)$, $i = 1, 2$, где $\varphi_i(S_i)$ – реализуемый коэффициент сцепления колес с дорогой, являющийся функцией их скольжений S_i .

Если принять кинематическое несоответствие равным нулю, одинаковые характеристики колес и условия их движения в режиме скольжения, получаем, что в случае заблокированного межосевого привода имеет место одинаковая реализация сцепных качеств колес в любой момент времени: $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_p$, где φ_p – реализуемый коэффициент сцепления.

Из приведенных выражений следует, что тормозные силы по мостам полноприводного трактора распределяются пропорционально приходящимся на них весовым нагрузкам.

С учетом кинематической связи мостов и развиваемого тормозными механизмами момента M_{TM} (тормозные механизмы только на заднем мосту):

$$\frac{F_1 \cdot r_{k1} \cdot u_{тр}}{\eta_{тр}} = M_{TM} - \frac{F_2 \cdot r_{k2}}{\eta_2 \cdot u_2},$$

где r_{k1} , r_{k2} – радиусы колес переднего и заднего мостов; η_2 , u_2 – к.п.д. и передаточное отношение от тормозного механизма до задних колес; $\eta_{тр}$, $u_{тр}$ – к.п.д. и передаточное отношение межосевой связи.

Подставляя в это соотношение вышеприведенные выражения с учетом нормальных реакций по мостам, получаем:

$$\varphi_p = \frac{-(l_2 \cdot \eta_2 + l_1 \cdot \eta_{мп.}) + \sqrt{(l_2 \cdot \eta_2 + l_1 \cdot \eta_{мп.})^2 + 4 \cdot \frac{M_{мм} \cdot L \cdot \eta_2 \cdot u_2 \cdot \eta_{мп.}}{m \cdot g \cdot r_{k2}} \cdot h \cdot (\eta_2 - \eta_{мп.})}}{2 \cdot h \cdot (\eta_2 - \eta_{мп.})},$$

где l_1 , l_2 , h – координаты центра масс; L – база трактора.

Полученное значение реализуемого коэффициента сцепления может быть использовано для определения тормозных качеств трактора при различных конструктивных параметрах и эффективности тормозных механизмов для тракторов, оборудованных тормозами на заднем мосту.

Математическая модель электропневмомодулятора

Рахлей А. И., Поварехо А. С., Радченко П. В.

Белорусский национальный технический университет

Исследование динамики переходных процессов в электропневматическом приводе (ЭПП) и оценка влияния характеристик его элементов на эти процессы с помощью математического моделирования, позволяет ускорить разработку конструкции ЭПП для проектируемых мобильных машин. Составление математической модели ЭПП усложняется моделированием работы его исполнительской части, а именно электропневмомодулятора (ЭПМ), а также информационных датчиков и электронного блока управления. Математическая модель пневматической части ЭПП, включающей различные пневмемкости и пневмосопротивления, может быть описана газодинамическими функциями расхода Сен-Венана и Ванцеля. При использовании этих функций предполагается наличие двух режимов истечения воздуха: докритического и надкритического во время протекания процесса наполнения (опорожнения) тормозных камер. Поэтому использование формул Сен-Венана и Ванцеля для описания динамических процессов в реальных ЭПП, имеющих большое количество звеньев, приводит к сложным системам нелинейных дифференциальных уравнений. Более целесообразно использовать гиперболическую функцию расхода, предложенную Н. Ф. Метлюком и В. П. Автушко при расчете пневмоцепей пневматических тормозных приводов.

В известных ЭПП тормозов для обеспечения следящего действия ЭПМ состоит из нескольких релейных электромагнитных клапанов (ЭМК). ЭМК в математической модели может быть представлен как пневмосопротивление с определенной пропускной способностью. Так как клапан характеристика реального ЭМК отличается от релейной после подачи управляющего сигнала, то в математическую модель необходимо внести время запаздывания его открытия и закрытия. Наиболее универсальным алгоритмом функционирования электронного блока управления ЭПП является алгоритм, основанный на сравнении сигналов, поступающих от информационных датчиков с минимальной пороговой величиной, которая образует зону нечувствительности блока управления.

Таким образом, чтобы обеспечить взаимосвязь в математической модели уравнений газодинамики с зоной нечувствительности блока управления, временем закрытия и открытия клапанов ЭМК и т.д., необходимо организовать структуру программы расчета по аналогии с алгоритмом функционирования блока управления.

**К обеспечению устойчивости и тяговых свойств
садового трактора в районах горного земледелия**

Таяновский Г. А., Антыменюк А. П., Шавердо М. В.
Белорусский национальный технический университет

Создаваемый садовый трактор, предназначенный для работы в условиях горного машинного земледелия, разрабатывается на основе базовой модели 900-й серии модельного ряда отечественных тракторов.

С целью обеспечения требуемых показателей устойчивости и тягосцепных свойств такого трактора в специфических условиях горной эксплуатации выполнен анализ возможных компоновочных схем, с учетом отечественного опыта по исследованиям, разработке и производству крутосклонных, низкоклинренсных и садовых тракторов, а также садовых машин зарубежных фирм: *Joh Deere, Fendt, Deutz Fahr, Massey Ferguson, CLAAS, Case IH, Гольдони, Landini*. В результате выбрано техническое решение, в наибольшей степени унифицированное с базовой моделью. Необходимо было установить целесообразные параметры садового трактора для обеспечения требуемой функциональности в составе МТА со штатным набором агрегатируемых машин и орудий.

Специальные требования к тракторам для садоводства обусловлены малыми размерами междурядий и высотой плодовых растений при интенсивном садоводстве, необходимостью привода энергоемких активных рабочих органов навесного оборудования для ухода за деревьями и почвой в приствольных полосах на уклонах до 8° (16%), необходимостью достаточных показателей устойчивости, управляемости, маневренности и тягосцепных свойств.

Выбор схемы ходовой системы, базы, шин, распределения нагрузки по мостам трактора оценивался с помощью созданного программного комплекса по критериям продольной, поперечной устойчивости против опрокидывания и сползания, маневренности и управляемости при работе МТА с рабочими машинами на передней и (или) задней навеске.

Тягово-динамические характеристики МТА на базе садового трактора рассчитывались при его движении вдоль поперечного склона.

Выполнен расчетно-теоретический анализ лимитирующих возможность работы свойств садового трактора при движении на уклонах рабочего гона, предложены средства обеспечения показателей тяговых свойств, устойчивости против опрокидывания и сползания на склоне садового трактора в случае эксплуатации в зонах горного земледелия, определены необходимые параметры общей компоновки трактора.

Строительные и дорожные машины

**Обоснование параметров сменных рабочих органов
к отечественному гидравлическому экскаватору**

Вавилов А. В., Галуза А. В.

Белорусский национальный технический университет

Республика Беларусь занимает выгодное географическое положение и является транзитной страной, что приносит существенный доход Беларуси. Для увеличения пропускной способности автомобилей через свою территорию государству необходимо постоянно строить новые более простые дороги высоких категорий, а также поддерживать имеющиеся в надлежащем состоянии.

В строительстве и эксплуатации дорог не маловажную роль играют гусеничные многофункциональные гидравлические экскаваторы. Современные экскаваторы способны решать большое количество задач таких как: расчистка дорожной полосы, подготовка основания, добыча строительных материалов, переработку вторичных отходов, обслуживание дорог и др.

На территории Беларуси отсутствует налаженный выпуск конкурентоспособных гидравлических гусеничных экскаваторов и рынок Беларуси занимают экскаваторы зарубежных производителей, их машины отличаются высокой производительностью, высокой надежностью, высокой ценой и дороговизной в обслуживании.

Создание отечественного конкурентоспособного гусеничного гидравлического экскаватора сократит затраты на постройку и обслуживание дорог, даст возможность использовать отечественную технику с соответствующим комплектом рабочих органов во многих отраслях строительства и ремонта. Для максимального увеличения выполняемых объемов работ отечественные экскаваторы целесообразно комплектовать наборами сменных рабочих органов, существенно расширяющих спектр выполняемых работ, повышая экономическую эффективность использования данных машин. Создав экскаватор не уступающий в производительности и надежности зарубежным аналогам, он будет обладать меньшей ценой и дешевле в обслуживании.

Считаем необходимым к создаваемому экскаватору создавать следующие виды сменных рабочих органов: гидронуллы для разрушения отработанных бетонных и железобетонных конструкций с целью получения щебня и металла; срезающе-пакетирующий рабочий орган; корчеватель, мульчер; дробильный ковш, гидромолот; рыхлитель, сваебойное оборудование, захваты штучных грузов и т. д.

**О комплекте машин для получения востребованных
продуктов из ТКО**

Вавилов А. В., Дашко А. Л., Галуза А. В.
Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь, как и во многих других странах, непрерывно ведутся работы по ремонту и реновации старых застроек. Результатом такой деятельности является огромное количество отходов минерального происхождения различного состава. В настоящее время большая часть строительных минеральных отходов вывозится на свалки, что неприемлемо как экологически, так и экономически. Твердые коммунальные отходы (ТКО) в виде отработанных, бетонных и железобетонных конструкций являются ценным сырьем для получения вторичных продуктов в виде, прежде всего щебня.

Главной трудностью использования ТКО, это их неоднородная структура. Для переработки ТКО и разложение на приемлемые фракции предложено использовать комплект машин и оборудования осуществляющий полный цикл, от заготовки материала на строительной площадке до конечного продукта, поставляемого заказчику.

Комплект машин обеспечивает выполнение следующих задач: заготовка материала, транспортировка к месту переработки, переработка и сортировка. Строительный мусор, все еще пригодный для вторичного использования в строительстве, предлагается измельчать прямо на строительной площадке, с данной задачей прекрасно справится экскаватор, оснащенный соответствующим комплектом гидроручей для измельчения бетона, железобетона, резки арматуры. Данная машина способна не только измельчить железобетонные конструкции, но и отделить арматуру от бетона, попутно загружать самосвалы крупными кусками бетона либо кусками арматуры. Следующим этапом будет транспортировка строительного мусора с помощью самосвалов на пункты переработки бетона и металлического лома. Пункт переработки бетонного мусора и кирпичного боя представляет собой комплект щековых дробилок и грохотов. После измельчения материала в дробилках его пропускают через грохоты, дабы отсортировать материал на фракции необходимой крупности и поставляется заказчику как строительный материал, определенного размера и состава.

В комплект машин для получения востребованных продуктов из ТКО могут входить также машины и оборудование для переработки отработанных рубероидных кровель в битумосодержащие продукты.

О синтетических канатах

Гарост М. М., Шавель А. А.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы в специальной периодической печати появилось ряд статей, посвященных применению синтетических канатов, как альтернатива стальным, в качестве гибких органов грузоподъемных машин [1, 2].

Ранее в основном сведения были об использовании синтетических материалов при изготовлении съемных грузозахватных приспособлений; канатов из полимерных материалов, широко применяемых в промышленном рыболовстве [3, 4] и канатов тяговых лебедок, используемых при вытаскивании транспортных средств, грузов или предметов из трудного положения.

Современная химическая промышленность выпускает синтетические волокна, которые имеют высокую прочность, неуступающую прочности стальной канатной проволоки, малые удлинения, устойчивость к химическим воздействиям, низкий удельный вес, низкое влагопоглощение. Положительные качества новых материалов ставят их в ряд конкурентов монополюльному положению стальных канатов в грузоподъемной технике. Еще более перспективным является создание композитных канатов (сталь – синтетика), в которых достоинства высокопрочных синтетических волокон (прочность и малый вес), идущих на изготовление сердечника, сочетаются со стальными прядями. Американское общество инженеров-механиков (ASME) и Европейская организация производителей подъемно-транспортного и складского оборудования (FEM) разрабатывают новые стандарты на практическое использование синтетических канатов.

В Республике Беларусь с развитой промышленностью, в том числе химической, работа по созданию синтетических и композитных канатов могла бы стать перспективной. В частности, в дорожной отрасли, такие канаты нашли бы применение при устройстве канатного ограждения магистралей; в железнодорожной отрасли – в маневровых железнодорожных лебедках; и др.

Траверса-кантователь с ручным приводом

Гарост М. М., Шнаркевич А. А.

Белорусский национальный технический университет

Падение груза является одной из самых распространенных опасностей при эксплуатации грузоподъемных кранов. Чаще всего это происходит из-за неправильной строповки груза, разрыва канатов и неисправности грузозахватных устройств.

При механической обработке нестандартных габаритных изделий зачастую необходимо их кантовать. Эта операция требует применения специального такелажа.

По результатам анализа конструкций различных траверс и кантователей для предприятия ОАО «СТРОЙТЕХПРОГРЕСС» (г. Минск) было разработано специальное такелажное оборудование. Оно предназначено для перемещения и переворота сварного изделия (полуярма) с монтажными проушинами малого диаметра, не позволяющими поднимать и транспортировать полуярмо обычным такелажем (стропы и т. д.).

Предложенная конструкция позволяет надежно закреплять изделие, перемещать его и имеет возможность его переворота и кантования, а также обеспечивает быструю сцепку/отцепку вращающихся механизмов от траверсы, подвешенной к грузоподъемному крану.

Конструкция траверсы-кантователя состоит из траверсы, к которой на тросах подвешены фланцы с вращающимися осями, на которых установлены П-образные рамы. Для предотвращения самопроизвольного вращения П-образных рам кантователя на боковую поверхность фланца устанавливается горизонтальное зажимное устройство с открытым зажимным рычагом и вертикальной опорой, которое прижимным винтом будет фиксировать П-образную раму в горизонтальном положении.

Предложенная конструкция траверсы-кантователя обеспечивает надежное закрепление изделия в П-образных рамах при помощи специальных болтов для последующего подъема и перемещения, переворот и вращение (кантование) изделия и возможность отцепки П-образных рам от траверсы с тросами посредством шарнирных пальцев с быстросъемными пружинными шплинтами.

Траверса-кантователь может применяться для перемещения и других изделий, для чего вместо П-образных рам к траверсе подвешиваются специальные захваты для подъема и перемещения стальных листов, рулонов и т.д.

Ножничные подъемники

Антоневич А. И.

Белорусский национальный технический университет

Ножничный подъёмник – это подъёмник, состоящий из системы рычагов и гидравлических цилиндров, на которую опирается металлическая платформа, способная перемещаться в вертикальной плоскости. К достоинствам его можно отнести: относительно небольшие габаритные размеры; высокая надёжность; мобильность; простота использования. Эти подъёмники бывают стационарными, самоходными с механическим, электрическим и гидравлическим приводом. Они могут оснащаться: кабиной; выдвигной платформой; откидными бортами; сетчатым ограждением; поэтажной системой управления; приборами сигнализации. Подъёмники бывают с одной парой ножниц, двумя, тремя и т. д., при необходимости комплектуются аппарелью.

Основными характеристиками подъёмников являются: грузоподъёмность (до 10 т); максимальная высота подъёма платформы (до 25 м); время подъёма на максимальную высоту при максимальной нагрузке; потребляемая мощность; минимальное расстояние от верхней части подъёмника до пола; габариты платформы (длина - до 10 м, ширина - до 6 м); габариты выдвигной платформы (длина и ширина - до 0,5 м); требования к фундаменту, на который устанавливается подъёмник; рекомендованная минимальная площадь установки; минимальная высота помещения; масса ножничного подъёмника; максимальный уклон; класс защиты. Для самоходных дополнительно: максимальная скорость; скорость движения с поднятой стрелой.

Гидравлические столы ножничного типа находят самое широкое применение. Они могут быть использованы в условиях, где вертикальное перемещение грузов с помощью других механизмов невозможно, и применяются для подъёма как грузов, так и персонала, в следующих областях деятельности: строительные работы; машиностроение; обслуживание мостов, козловых и мостовых кранов; монтаж рекламных конструкций; внешняя и внутренняя отделка зданий; мобильные автомобильные парковочные накопители; многие другие отрасли промышленности.

Конструкция подъёмника достаточно сложна для непосредственного расчёта. В связи с тем, для определения неизвестного удерживающего усилия используется принцип виртуальных перемещений. Указанный метод расчёта позволяет определить ориентацию гидравлического цилиндра в зависимости от угла поворота тяги.

Траволаторы

Антоневич А. И.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день траволаторы вытесняют своих основных конкурентов – эскалаторы. К достоинствам их можно отнести: невысокая стоимость самого устройства и его монтажа; возможность пропускать пешеходов даже в выключенном состоянии; способность транспортировать тяжелые и габаритные багажи, чемоданы на колесиках и многое другое.

Согласно техническим характеристикам траволаторы, могут иметь угол наклона до 12 градусов, высоту подъема до 15 метров, длину 20–150 метров, а также двигаются со скоростью до 0.5 метров в секунду и транспортируют 600–900 человек в час.

Любой траволатор включает в себя раму, цепи тяги, привод, балюстрады, полотно, перила. Приводной шкив приводит в действие тяговый двигатель. Приводные шкивы расположены на поворотах и имеют размер ширины полотна. В большинстве случаев это 75 см. Для аварийного останова траволатора служит экстренная кнопка. В основном, тормозные системы имеют клиновой или щелевой тип. Клиновый тип торможения управляется механически. При его включении и для возобновления работы траволатора, нужно разблокировать тормозную систему и запустить траволатор в обратном направлении. Клещевой тип торможения действует при помощи рычага. При его использовании он падает на тормозной диск, блокируя дальнейшее движение. Главные требования в устройстве экстренного торможения траволатора заключаются в простоте и удобстве использования. Траволаторы должны регулярно проходить различные проверки. Кроме того, траволаторы оборудуются стандартными устройствами безопасности во многом схожими с устройствами для эскалаторов, которые обеспечивают их останов: защита от сбоя напряжения; защита двигателя от перегрузки; защита от короткого замыкания; защита ведущей цепи и цепи ступеней от разрыва; защита отверстия входа-выхода поручня; защита гребенок; контроль положения ступени; защита от превышения скорости; защита от реверса; линия защиты; кнопка экстренной остановки; защита боковой панели; защита тормоза; световая аварийная сигнализация; предупреждающее освещение; предупреждающий стартовый звонок; защита от разрыва поручня; датчик скорости поручня; панельная щетка; подсветка панелей; функция реверса; дополнительный тормоз; устройство подогрева; связь с системой оповещения о пожаре; дренаж нижнего машинного помещения; защита от статического электричества.

Модульный принцип формирования шестеренных насосных установок гидравлических приводов машин строительного комплекса

Котлобай А. Я., Котлобай А. А.

Белорусский национальный технический университет

В системах отбора мощности на привод технологического оборудования в строительных и дорожных машинах широкое применение получили насосы шестеренные, обладающие меньшими значениями удельной массы по сравнению с аксиально-поршневыми насосами.

Авторы рассмотрели возможность разработки однопоточных и двухпоточных насосов шестеренных регулируемого эффективного объема на базе шестеренного насоса постоянного объема и гаммы, легко монтируемых гидрораспределительных модулей, каждый из которых реализует заданный алгоритм управления. При разработке основных концепций формирования гидрораспределительных модулей авторами предложен мало энергоемкий способ регулирования эквивалентного рабочего объема насоса.

Гидрораспределительный модуль обеспечивает: в насосе однопоточном не реверсируемом – дискретизацию потока рабочей жидкости напорной магистрали и перераспределение потока между напорной и всасывающей магистралями; в насосе однопоточном реверсируемом – дискретизацию потоков рабочей жидкости всасывающей и напорной магистралей и перераспределение потоков между магистралями; в насосе двухпоточном не реверсируемом: первый канал управления – дискретизацию потока рабочей жидкости напорной магистрали и перераспределение потока между напорной и всасывающей магистралями, второй канал управления – перераспределение потока между двумя напорными магистралями; в насосе двухпоточном реверсируемом: первый канал управления – дискретизацию потоков рабочей жидкости всасывающей и напорной магистралей и перераспределение потоков между магистралями, второй канал управления – перераспределение потоков между двумя всасывающими и напорными магистралями.

Модульный принцип формирования шестеренных насосных установок позволит создавать типоразмерные ряды регулируемых насосов на базе типоразмерного ряда шестеренных насосов постоянного объема и гидрораспределительных модулей предлагаемых конструкций. Модульный принцип построения не исключает возможности применения шестеренных насосов постоянного объема без гидрораспределительных модулей. Модульный принцип формирования шестеренных насосов переменного эквивалентного объема не требует существенного пересмотра сложившихся технологий производства шестеренных насосных установок.

**Снижение материалоемкости и стоимости насосных установок
гидравлического привода одноковшового экскаватора**

Котлобай А. Я., Котлобай А. А.

Белорусский национальный технический университет

В гидравлической системе привода рабочего оборудования универсального полноповоротного экскаватора применяется двоярный насос. Два потока рабочей жидкости двух насосов нужны для совмещения операций поворота платформы и управления стрелой экскаватора.

Для ремонта экскаваторов компания ОАО «Пневмостроймашина» освоила производство комплектов, названных «Установка насосного агрегата УНА», состоящих из насосов, установленных на редукторе привода и набора узлов и деталей, обеспечивающих монтаж агрегата на экскаваторе взамен ранее установленных насосов производства ЧАО «Стройгидравлика». Анализ результатов расчета материалоемкости и удельной стоимости насоса – отношение стоимости насоса к его объему, показывает, что усложнение конструктивной схемы приводит к увеличению удельной стоимости. Удельная стоимость аксиально-поршневого насоса нерегулируемого типа 210, 310 выше удельной стоимости насоса типа НШ на 466%.

Удельная стоимость аксиально-поршневого насоса регулируемого типа 313 различна для насосов разного объема и превышает удельную стоимость насоса нерегулируемого типа 310 на 80,9% (удельная стоимость системы управления и автоматики насоса составляет $333,6 \cdot 10^{-6}$ RUR/м³).

Удельная стоимость двухпоточных насосов 223.25, 321.224А производства ЧАО «Стройгидравлика», применяемых в одноковшовых экскаваторах, превышает удельную стоимость насосов однопоточных типа 313 на 40,8%, и удельную стоимость двухпоточных насосных агрегатов УНА-1, УНА-5 на 1,8%.

Авторами рекомендован к применению в экскаваторах двухпоточный насосный агрегат в составе одного насоса типа 313–250 массой 85 кг и стоимостью насоса 313–250 142308 RUR и делитель потока дискретного типа. Экспертная оценка показывает, что суммарная масса насосного агрегата составит 120 кг, а его стоимость – 160 500 RUR. Применение двухпоточного насосного агрегата в составе насоса серии 313–250 и делителя потока дискретного типа позволит уменьшить массу насосного агрегата на 15%, а его стоимость – на (19,6–24,9)%, что при цене УНА-1, УНА-5 – 191 962, 200 470 RUR обеспечит экономический эффект за счет уменьшения материалоемкости и совершенствования гидравлических агрегатов систем приводов ходового и рабочего оборудования – 31 462–39 970 RUR.

**Обоснование параметров гидропривода траншейных экскаваторов
для условий строительства в Беларуси**

Смоляк А. Н.

Белорусский национальный технический университет

В условиях современного многоэтажного строительства жилых и производственных зданий в Беларуси возрастает потребность в проведении новых подземных коммуникаций и реконструкции (ремонте) старых коммуникационных систем. Современные строительные организации оснащены траншейными экскаваторами, базирующиеся на гусеничном ходу и требующими дополнительной техники (оборудования) для их перевозки с одного объекта на другой. Траншейные экскаваторы применяются для подготовки котлованов и траншей определенных размеров и формы для строительства различных объектов транспортных коммуникаций и архитектуры Беларуси.

Траншейные экскаваторы используются при строительстве таких объектов как: подземные коммуникации различного назначения путем открытой разработки траншей; трубопроводы для транспортировки воды, газа и т. п.

Для увеличения производительности, экономичности и области применения траншейных экскаваторов в стеснённых городских условиях строительства предлагается рассмотреть существующие конструкции машин для земляных работ на базе колёсных энергетических модулях отечественного производства, оснащённых рабочим оборудованием с оптимальными параметрами для работы в стеснённых городских условиях, а также разработать усовершенствованную модель траншейного экскаватора.

На основе проведенных исследований существующих конструкций элементов объемных гидроприводов с привлечением новых технических решений, разработана принципиальная схема гидропривода рабочего и ходового оборудования траншейного экскаватора для условий строительства в Беларуси. Основной отличительной особенностью проектируемых траншейных экскаваторов нового поколения является применение гидростатического привода трансмиссии ходового оборудования, который позволяет существенно упростить построение силовой передачи, достичь модульного принципа компоновки, отказаться от столь традиционных трансмиссионных узлов, как ходоуменьшитель.

Применение гидростатического привода ходового оборудования для траншейного экскаватора позволяет улучшить его динамические качества, увеличить эксплуатационную производительность строительной машины.

Исследование характеристик гидрораспределителей для создания новых конкурентоспособных строительных и дорожных машин

Смоляк А. Н.

Белорусский национальный технический университет

Современные строительные и дорожные машины оснащаются объемными гидроприводами с высоким уровнем автоматизации управления. Ведущее положение в системе управления объемными гидроприводами занимают гидрораспределители.

Эксплуатационные качества гидрораспределителей оцениваются по следующим критериям: предел динамической характеристики, предел статической характеристики, потери давления, утечки, быстродействие (время переключения).

Важнейшим показателем эффективной работы гидрораспределителей является надежность работы в условиях реверсивных нагрузок при высоких давлениях и температурных перепадах. Непосредственно фактор надежности гидрораспределителей определяет стоимость их на машиностроительном рынке.

Гидрораспределители отечественного производства имеют значительно меньшую стоимость по сравнению с аналогами зарубежных фирм, однако, и значительно меньшую надежность.

Эффективность повышения уровня отечественного производства гидрораспределителей может быть достигнута только при комплексном подходе к созданию и внедрению в соответствующего оборудования на базе элементов гидроавтоматики и цифровой микроэлектроники отечественных производителей и передовых зарубежных фирм.

Для успешного выбора из существующей номенклатуры гидроаппаратов, представленных на мировых рынках, а также для проектирования конкурентоспособных устройств автоматического управления, необходимо рассмотреть группу задач по определению статических и динамических характеристик устройств, выбору средств демпфирования, обеспечивающих нужную интенсивность затухания колебаний запорных элементов при переходных процессах, оптимизацию времени их быстродействия.

Важной задачей при исследовании характеристик гидроаппаратов для автоматического управления рабочими органами строительных и дорожных машин является определение частных и суммарной величин транспортного запаздывания в исполнительных устройствах гидропривода.

Ограничители нагрузки кранов

Передня Л. И., Бежик А. А.

Белорусский национальный технический университет

Ограничители нагрузки кранов предназначены для установки на стреловые и башенные строительные краны с целью выдачи команды управления для защиты кранов от перегрузки и опрокидывания и информирование крановщика о состоянии крана и положении его рабочего оборудования. Ограничитель при перегрузке автоматически отключает механизмы подъема груза и механизмов, продолжение работы которых направлено на снижение устойчивости крана.

При установке ограничителя на эксплуатируемый кран, имеющий свой ограничитель, приходится решать вопрос нужно ли демонтировать имеющиеся на кране датчики установленного ограничителя и вопрос привязки их к крану. Нормативных документов и указаний органов надзора, регламентирующих порядок установки новых ограничителей, не имеется. Изготовители ограничителей со встроенными регистраторами, рекомендующие установку прибора на кран конкретной модели, то же не всегда указывают схему привязки датчиков.

В связи с наличием такого рода вакуума информации эксплуатирующие краны организации существующие ограничители, которые морально устарели, не демонтируют и ставят рядом новый ограничитель нагрузки, соответствующий современным требованиям. Несмотря на наличие двух ограничителей грузового момента (заводского и вновь установленного), предназначенных для защиты от опрокидывания, кран может потерять устойчивость.

В этом случае, опрокидывание может произойти по причине несрабатывания защиты, явившегося следствием неправильно установки датчика нагрузки при дооборудовании крана ограничителем и, как следствие, в получении недостоверных данных о нагрузке крана.

Можно выделить типичные ошибки при монтаже:

- не демонтирован датчик нагрузки заводского ограничителя;
- неправильно расположен и закреплен датчик нагрузки вновь устанавливаемого ограничителя.

Таким образом, потеря устойчивости крана может произойти по причине его перегрузки, при этом несрабатывание защиты крана станет результатом неправильной привязки датчика нагрузки ограничителя к конструкции крана. Отсутствие привязочных чертежей не позволяет обслуживающему персоналу и надзорному органу проконтролировать правильность монтажа.

Замена каната на кране

Бежик А. А.

Белорусский национальный технический университет

В грузоподъемных машинах в качестве гибких элементов применяют стальные канаты, которые являются одним из самых ответственных звеньев машины. Чаще всего канатом удерживается поднимаемый груз в механизме подъема, а поскольку грузоподъемная машина предназначена для транспортирования грузов, то непрерывность работы крана в значительной мере зависит от надёжности и долговечности стального каната.

Пункт 74 Правил по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов, утвержденные Постановлением МЧС РБ 28 июня 2012 г. № 37 с изменениями и дополнениями, внесенными постановлением МЧС РБ от 15 мая 2015г. № 23 (далее – Правила) нам говорит о выборе каната следующее.

При проектировании, а также перед установкой на кран канаты должны быть проверены расчетом по формуле

$$F_0 \geq S \cdot Z_p,$$

где F_0 – разрывное усилие каната в целом в ньютонах, принимаемое по сертификату (свидетельству) о его испытании; S – наибольшее натяжение ветви каната в ньютонах; Z_p – минимальный коэффициент использования каната.

При относительной простоте данной формулы проектные и эксплуатирующие организации упрощают и расчет составляющих значений этой формулы. Например, наибольшее натяжение ветви каната S , как правило рассчитывается по следующей формуле:

$$S = \frac{Q \cdot g}{z \cdot U_n},$$

где Q – грузоподъемность крана, кг; g – ускорение свободного падения, м/с²; z – число ветвей каната, навиваемых на барабан; U_n – кратность полиспаст.

В то время, как наибольшее натяжение ветви каната следует рассчитывать по следующей формуле

$$S = \frac{Q \cdot k_{кр} \cdot g}{z \cdot U_n \cdot \eta_n},$$

где $k_{кр}$ – коэффициент, учитывающий вес крюковой подвески; η_n – к.п.д. полиспаста.

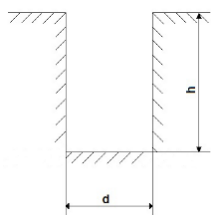
Пренебрежение некоторыми, казалось бы малыми значениями отличными от единицы, может значительно сказаться на долговечности каната.

Анализ применяемых способов и средств механизации при добыче скальных грунтов

Бурмак И. В.

Белорусский национальный технический университет

К скальным грунтам относятся водоустойчивые и практически несжимаемые (спаянные) горные породы с пределом прочности при сжатии не менее 5 МПа и плотностью до 2900 кг/м³. К ним относятся песчаники, известняки, доломиты и др. К основным преимуществам данных пород относятся высокая прочность, способность не пропускать влагу, морозоустойчивость и высокая устойчивость к вредным воздействиям окружающей среды. Но при всех достоинствах их недостатком считается высокая стоимость, связанная, в первую очередь, со сложностью добычи, осуществляемую при помощи буровых работ, предназначенных для разработки цилиндрических выработок (рисунок) – шпуров ($d \leq 75$ мм и $h \leq 5$ м) и скважин ($d \geq 75$ мм и $h \leq 5$ м).



Горная
выработка:
 d – диаметр;
 h – глубина

Наиболее распространенными и дешевыми способами бурения шпуров и скважин при разработке скальных пород являются механические. Среди них можно выделить следующие:

- вращательный: разрушение скальной породы осуществляется при помощи бура, который может навешиваться на экскаваторы (экскаваторы-погрузчики), мини-экскаваторы и мини-погрузчики для работы в стесненных условиях, автомобильные краны, краны-манипуляторы и др.;
- ударный: разрушение осуществляется многократным воздействием рабочими элементами гидравлических молотов (клин, зубило и др.), навешиваемых на стрелы гусеничных и колесных экскаваторов вместо, как правило, демонтированных рукояти и ковша;
- вибрационный: породы разрушают высокочастотными колебаниями бура (до 2500 кол/мин);
- комбинированный: к ним относят ударно-вращательный и вибрационно-вращательный.

Среди альтернативных и более дорогих способов разрушения скальных пород можно выделить разрушение струями воды высокого давления (до 10 МПа) и взрывом.

Анализ машин и оборудования, используемых при добыче, транспортировке и обогащении строительных песков

Бурмак И. В.

Белорусский национальный технический университет

Строительный песок – это сыпучий материал, образовавшийся в результате естественного разрушения скальных горных пород. Целью его обогащения является удаления крупных зерен размером более 5 мм, улучшение зернового состава, отмывка пылевидных, глинистых и илистых частиц. Покупка качественного песка ведет к большим расходам (около 15 руб/м³), поэтому исходя из соображений экономии рекомендуется проводить комплекс работ по добыче, транспортировке и обогащению песка, используя средства механизации.

Для добычи песков (вскрышных работах) наибольшее применение получили бульдозеры следующих моделей: Komatsu 375A, 355A (Япония); Caterpillar D-9, D-10 (США); Shantui SD-32, SD-16 (Китай); ЧТЗ-УРАЛТРАК Б10М, Б11 (Россия).

В случае невозможности проведения механической разработки пород проводятся буровзрывные работы, путем использования скважинных и шпуровых зарядов. Бурение скважин и шпуров в основном осуществляется комбинированным (ударно-вращательным) бурением с помощью буровых станков с погружными пневмоударниками.

В качестве машин, применяемых для извлечения (выемки) и погрузки песков рекомендуется использование экскаваторов следующих моделей: Volvo EC460, EC360 (Бельгия); Komatsu PC400, PC300 (Китай); Caterpillar Cat-325 (США); Уралмашзавод ЭКГ-5А (Россия) – гусеничный карьерный экскаватор с прямой полноповоротной лопатой объемом 5 м³.

При транспортировании песков на обогатительную фабрику используются автосамосвалы как отечественных (преимущественно) фирм (БелАЗ 7548, 7540; МАЗ-5516 и др.), так и зарубежных (MAN, КамАЗ, Урал и др.).

Для промывки и обогащения песков наибольшее применение получил промывочный прибор ГГМ-3 (производство Магаданского механического завода) на базе пластинчатого грохота, представляющий собой комплект мобильных агрегатов и узлов, каждый из которых имеет собственную ходовую часть в виде полозьев, позволяющих транспортировать их в отдельности после разборки соединяющих коммуникаций. Данный прибор отличается компактностью конструкции, небольшой высотой загрузки, мобильностью, способностью промывать пески с крупностью до 1,2 м, отсутствием больших динамических нагрузок.

УДК 621.865.8 (007.51)

Шасси грузового автомобиля для выполнения работ по технологии холодного ресайклинга

Замула А. А.

Белорусский национальный технический университет

В связи с необходимостью ремонта местных дорог и возникшей в последствии потребности максимально адаптировать машины выпускающиеся в Республике Беларусь для работы этих машин по современным технологиям строительства дорог.

Предлагается адаптировать грузовой автомобиль МАЗ для работ по стабилизации грунтов, каменных материалов и асфальтогранулята.

Адаптироваться машина будет для применения технологии холодного ресайклинга.

Область применения машины:

1) строительство дорог. В качестве тягача при стабилизации грунта, для землевозного оборудования, для навесных распределителей материала и навесных фрез;

2) транспортное средство. В качестве тягача для пресс-подборщиков, измельчителей древесины, мульчеров и фрез, навесных фрез;

3) сельское хозяйство. В качестве универсального агрегата для совместного использования с техникой для вспашки земли, посевных работ, работ по сбору урожая и транспортировки.

Особенности предлагаемой машины:

- массовая техника (грузовой автомобиль);
- вал отбора мощности, передающий полную мощность двигателя;
- трёхточечное навесное устройство;
- платформа за кабиной водителя – использование рамной конструкции позволяет быстро сменить комплектацию шасси;
- гидростатический бесступенчатый привод;
- объемный гидропривод;
- возможность реализовать как высокие транспортные скорости (максимальная скорость до 90 км/ч) и низкие – для технологических операций;

При адаптации машины надо учитывать оборудование с которым будет использоваться машина, для правильного распределения веса. Подбор гидростатической трансмиссии и навесного устройства.

Совокупность параметров: низкая стоимость, широкая область применение шасси, дает основания применять данные машины для выполнения работ связанных с устройством дорог.

УДК 621.865.8 (007.51)

О подборе параметров полуприцепа тракторного контейнеровоза с системой «мультилифт» к трактору МТЗ 892

Дашко А. Л., Замула А. А.

Белорусский национальный технический университет

В Беларуси достаточно интенсивно ведется реконструкция и строительство зданий и сооружений в этой связи на свалки поступает большое количество строительного мусора, требующего постоянного вывоза со строительных площадок. В тоже время в коммунальном хозяйстве не меньшее количество ТКО приходится транспортировать мусоровозами и самосвалами. Кроме этого есть специальные транспортные задачи, прежде всего связанные с выполнением сезонных работ.

На строительных площадках и в коммунальном хозяйстве используется достаточно большое количество тракторов, среди них получил широкое распространение трактор МТЗ 892.

Технические характеристики данного трактора позволяют передвигаться как по дорогам общего пользования, строительным площадкам, так и по дворовым дорогам.

Сегодня широкое применение получила система «мультилифт» на шасси грузовых автомобилей, функционал которых весьма разнообразен.

Предлагается позаимствовать полуприцеп у машины лесной погрузочно-транспортной «БЕЛАРУС» МПТ-471 и переоборудовать его в систему «мультилифт».

Установив контейнер будет возможность оперативно и эффективно вывозить мусор, прочищать засорившиеся сточные колодцы. Для этого нужны мусоровоз и илосос, причем каждый на собственном шасси. И если мусоровоз востребован круглый год, то илосос зимой оказывается не у дел.

Кроме этого зимой будет возможность установить распылитель противогололедных материалов, летом – поливочно-моечную цистерну для обеспыливания дорог, а в особенности гравиек. В небольших хозяйствах эти машины работают несколько часов в день, остальное время они простаивают, не принося пользы.

Также при текущем ремонте дорог будет возможность установить автогудронатор на полуприцепе для распределения битума.

Наличие в организации нескольких мультилифтов на полуприцепе позволяет решить и проблему внезапных поломок автомобилей. Если на пескоразбрасывателе заклинит двигатель, дорога останется скользкой, а если сломается один трактор, то благодаря универсальному полуприцепу с системой «мультилифт» сможет работать другой.

Эффективная машина для ремонта грунтовых дорог

Лапенок В. В.

Белорусский национальный технический университет

В Беларуси имеются десятки тысяч километров грунтовых дорог, значительная часть которых требует постоянных ремонтов. Руководством страны поставлена задача до 2020 года построить и отремонтировать 7 тысяч километров дорог, в том числе и грунтовых.

Распространенным способом ремонта грунтовых дорог с достаточно изношенным профилем дороги, является применение комплекса машин, состоящего из бульдозера и фронтального погрузчика (рисунок).



Схема работы погрузчика и бульдозера

Погрузчик в этом случае разрабатывает грунт в месте забоя, транспортирует к проблемным участкам дороги и разгружает его. Далее к работе подключается бульдозер, который и восстанавливает профиль дороги. Положительным при реализации данного способа является наличие в дорожных организациях необходимой техники и простота технологии. Главным недостатком является применение нескольких единиц техники, небольшая дальность транспортирования грунта бульдозером, наличие дополнительных затрат на обслуживание и ремонт применяемых машин

Зарубежный опыт показывает успешное применение для этих целей одного малогабаритного прицепного скрепера. Габариты машины и ее возможности идеально подходят для целей ремонта и содержания, например грунтовых лесных дорог, позволяя значительно снизить себестоимость ремонта этих дорог за счет сокращения числа задействованной техники и персонала (один человек и одна машина делают всю работу). Эта машина одна способна выполнять все основные операции и заменяет фронтальный погрузчик, который погрузит грунт для подсыпки дорог и транспортирует его грунта к месту выгрузки, а также заменяет бульдозер, который выравнивает грунт на месте его выгрузки и окончательная планирует.

Расчет экономической эффективности показал, что предлагаемый вариант машины должен получить широкое распространение в нашей стране, так как доказана целесообразность создания отечественного малогабаритного прицепного скрепера к отечественному серийно выпускаемому трактору Беларус 1221.

**Анализ технологических вариантов конструкции машин
и оборудования для устройства и укрепления обочин
автомобильных дорог**

Довидович А. А.

Белорусский национальный технический университет

Для обеспечения безопасности движения по автомобильным дорогам устраивают и укрепляют обочины. На данном этапе для устройства и укрепления обочин используется в основном комплект машин, состоящий из автогрейдера, автомобиля-самосвала, вибрационного катка, а в случае необходимости увлажнения и поливомоечной машины.

Основными недостатками такого комплекта машин для устройства и укрепления обочин являются: 1) автомобиль-самосвал производит выгрузку, находясь на проезжей части, преграждая сразу две полосы движения, так как ширина обочины на дорогах III, IV, V категории не позволяет безопасно разместить автомобиль-самосвал; 2) автогрейдер послойно распределяет щебеночно-песчаную смесь отвалом-планировщиком, планируя из точки выгрузки материала за 2-3 прохода с обеспечением необходимой ровности слоя; 3) исправление дефектных мест укрепленной обочины и уборка излишков щебеночно-песчаной смеси с проезжей части автомобильной дороги выполняется дорожными рабочими с помощью ручного инструмента, так как при распределении материала отвалом-планировщиком автогрейдера, как правило, происходит попадание материала на покрытие автомобильной дороги.

Эти недостатки устраняются использованием получивших развитие в разных странах эффективных технических средств, замещающих автогрейдер. В России – это оборудование навесное БЦМ-73 (ЗАО «Бецема» г. Красногорск), в Беларуси – оборудование ОНУ-2300 (филиал Опытно-механический завод ОАО «Дорстройиндустрия»), оборудование SP-8 Midland Machinery Co. Inc. (США-Канада) и др. Все эти технические средства имеют примерно одинаковую конструктивную схему. Учитывая схожесть конструктивных схем оборудования для устройства и укрепления обочин различных производителей, для выбора наиболее эффективного оборудования предлагается метод, позволяющий такой выбор осуществить. Метод включает определение производительности оборудования, мощности, затрачиваемой на его работу, расчет тягового сопротивления для определения мощности, затрачиваемой на перемещение базового шасси и в итоге определение энергоемкости устройства и укрепления обочин, что и является критерием выбора эффективного технического средства.

Обоснование комплекта рабочего оборудования к одноковшовому экскаватору для корчевания пней и получения мульчи

Лабанов Е. А.

Белорусский национальный технический университет

Работы по удалению порубочных остатков, кустарника и мелколесья являются обязательной частью комплекса мер по содержанию и эксплуатации полос отвода автомобильных дорог, которые должны выполняться с наименьшими затратами. На сегодняшний день основным способом расчистки полос отвода дорог, а именно корчевания пней, является использование бульдозера с корчующим рабочим органом. Однако затраты на выполнение таких работ остаются высокими из-за необходимости сбора выкорчеванных пней, их погрузки в транспортное средство, вывоза и утилизации, что ведет к дополнительным затратам. Альтернативным и наиболее экономически целесообразным способом расчистки полосы отвода дорог является применение гидравлического одноковшового экскаватора с быстросменными рабочими органами – корчевателем и мульчером. С помощью корчевателя экскаватор производит корчевание пней и их складирование в кучи. Далее с помощью мульчера производится измельчение (фрезерование) складированных пней в мульчу. Также возможно измельчение кустарника и мелколесья на корню.

Преимущества данной технологии заключаются в отсутствии необходимости погрузки выкорчеванных пней, их вывоза и утилизации так как полученная в результате фрезерования пней мульча рассыпается по поверхности земли, что также предотвращает повторное зарастание полосы отвода растительностью. Соответственно уменьшаются расходы на повторную расчистку полосы отвода.

Было подсчитано, что работы по расчистке полосы отвода дорог с применением гидравлического экскаватора с комплектом быстросменного рабочего оборудования (корчевателя и мульчера) в сравнении с использованием бульдозера с корчующим рабочим органом и с дальнейшим вывозом выкорчеванных пней требуют на 20 % затрат меньше, причём необходимое время на выполнение работ экскаватором увеличивается лишь на 5 %. Необходимо принять к сведению также то, что при расчёте стоимости расчистки полос отвода дорог экскаватором учитывалось время и затраты на измельчение кустарника и мелколесья. Бульдозер с корчевателем для этих работ не предназначен, поэтому при его использовании необходимо решать вопрос по удалению кустарника и мелколесья другим способом, что повлечёт за собой дополнительные затраты.

О создании отечественного конкурентоспособного бульдозера

Корженевский Д. А.

Белорусский национальный технический университет

В белорусской дорожной отрасли применяются импортные бульдозеры: «Caterpillar», «Dressta», «Komatsu», «Liebherr» и др. Каждая из компаний выпускает качественную, надёжную и производительную технику. Главный недостаток этой техники – высокая стоимость и дороговизна в обслуживании. В связи с этим возникает необходимость создать отечественный конкурентоспособный бульдозер, который не будет уступать импортной технике и иметь приемлемую цену.

На территории Республики Беларусь широко применяются бульдозеры компании «Dressta». Они имеют эффективные двигатели, обладают комфортным рабочим местом и широким спектром навесного оборудования. Поэтому при создании отечественного бульдозера, в качестве аналога был выбран бульдозер TD – 15M («Dressta») именно этой компании.

При создании отечественного бульдозера планируется установить двигатель Минского моторного завода Д-262.S2. По результатам испытаний, двигатель показал, что производительность и многие другие показатели (мощность, расход топлива, масла и т.д) оказались идентичными известному зарубежному двигателю немецкой компании «Deutz». Установленная гидростатическая трансмиссия позволит плавно разогнать с места бульдозер, не используя сцепление. Большим достоинством гидростатической трансмиссии является простота реверсирования, которая позволяет обеспечить исключительную маневренность транспортного средства. Управление планируется осуществляться за счёт джойстиков. Управление джойстиками более комфортное и простое, что позволяет выполнять более сложные операции. Установка автоматических систем упрощает эксплуатацию бульдозера. Система автоматического регулирования глубины срезаемого слоя грунта увеличивает производительность бульдозера за счёт того, что оператору достаточно будет задать необходимые параметры и система автоматически будет их соблюдать. Таким образом, бульдозеру достаточно проехать один раз, чтобы срезать грунт на необходимую глубину. Системы, отвечающие за техническое состояние транспорта, позволяют определить неполадки и своевременно их устранить.

Учитывая все эти факты, можно отметить, что отечественный бульдозер будет способен удовлетворить потребительский спрос и составить конкуренцию зарубежным компаниям.

УДК 621.8

**Определение параметров энергоэффективного оборудования
для конструкции отечественного башенно
го крана безоголовочного
типа при рациональных параметрах и режимах его работы**

Грецкий А. А.

Белорусский национальный технический университет

Кран башенный – кран поворотный со стрелой, закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни. Процесс оснащения строительной отрасли башенными кранами белорусского производства является актуальным. В соответствии со стратегией устойчивого социально – экономического развития Республики Беларусь в ближайшие годы предполагается существенное увеличение объемов строительства, успешное ведение которого немыслимо без применения эффективных грузоподъемных машин. На настоящий момент большая часть грузоподъемной техники приобретается за рубежом. Приобретение импортной техники не выход из создавшейся ситуации, так как увеличивается доля импорта в товарообороте Республики Беларусь. Необходимо ставить на производство новые виды и типы грузоподъемных машин, имеющих рациональные параметры, отвечающие в полной мере требованиям не только внутреннего но и внешнего рынка. Подавляющее большинство строительных объектов – это многоэтажные сооружения, возводимые в стесненных городских условиях. Строящееся здание занимает большую часть строительной площадки. Башенный кран, в свою очередь, занимает минимальную площадь вблизи строящегося здания, позволяет обеспечить большую высоту подъема, широкую зону обслуживания, и кроме того в транспортном состоянии имеет приемлемый габарит. Проектируемый кран должен быть простым по конструкции, легко и быстро монтируемым, мобильным и доступным в цене для небольшой организации или частного лица. В процессе разработки необходимо обеспечить взаимозаменяемость деталей и узлов, а это значит, что кран должен быть собран из возможно большего числа стандартных изделий. Башенные краны безоголовочного типа имеют ряд преимуществ прежде всего это удобство монтажа, для монтажа крана такого типа требуется автокран с меньшей высотой «телескопа», не возникает необходимости проведения опасных и трудоемких операций по установке оттяжек крепления стрелы и консоли с закрепленным на консоли контргрузом.

Для срочных и кратковременных работ очень важно, чтобы подготовка крана к работе занимала как можно меньше времени, это качество и демонстрируют безоголовочные краны при сравнении с кранами других конструкций.

Двигатели внутреннего сгорания

**Термохимические и биохимические процессы производства
альтернативных топлив**

Бармин В. А.

Белорусский национальный технический университет

Получение альтернативных топлив из биосырья возможно с использованием двух направлений: первое направление, связано с термохимическими процессами переработки биосырья, второе направление, предполагает реализацию биохимических процессов.

Первое направление позволяет получать газообразное топливо из твёрдой биомассы, основой которой может быть древесина и отходы её переработки. При этом химический процесс получения синтез-газа из биомассы аналогичен процессу газификации угля, как путём термической переработки биомассы при высоких температурах порядка 300–600°C, так и путём использования различных катализаторов разложения растительной биомассы в водной среде при более низких температурах и высоком давлении. Полученные таким образом топлива имеют, во-первых, невысокую энергетическую ценность и теплоту сгорания по сравнению с газификацией угля, а во-вторых, с экономической точки зрения варианты разложения растительной биомассы по многим показателям уступают процессам получения топлив из нефти, и, в целом, такие топлива являются целесообразными при значительном подорожании угля и нефти.

Второе направление производства альтернативных топлив с использованием биохимических процессов переработки биосырья более перспективное. Суть его заключается в получении биогаза, биоэтанола и биодизеля на основе химических процессов брожения и реакций в биомассе животного и растительного происхождения. Технология получения биогаза основана на анаэробном брожении биомассы с помощью микроорганизмов в условиях отсутствия кислорода, при определённой температуре, в кислой среде, с определённым соотношением углерода и азота. Результатом анаэробного брожения является появление в реакторе метана, диоксида углерода, сероводорода, водорода, аммиака и др. Процесс получения биоэтанола связан с брожением сахаров, картофеля, кукурузы, зерновых культур с помощью спиртовых дрожжей в бескислородной среде. Биоэтанол может применяться как в качестве топлива двигателей автомобилей, так и в смеси с бензином, снижая в результате её сгорания содержание оксида углерода.

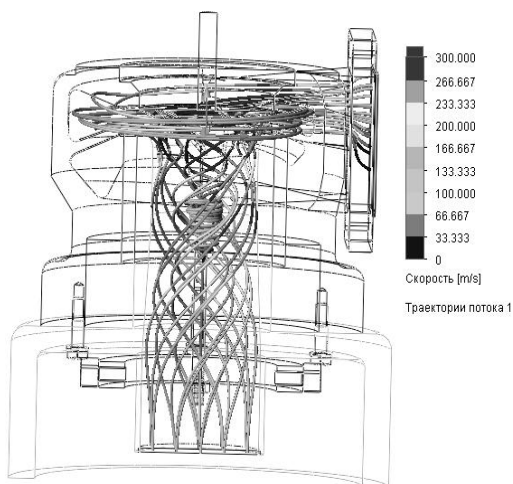
Результатом процесса получения биодизеля является масло или метиловый эфир жирных кислот, которые могут применяться в виде топлива непосредственно или в смеси с дизельным топливом нефтяного происхождения.

Моделирование потоков газа в турбине при регулировании наддува

Предко А. В.

Белорусский национальный технический университет

Выполнение требований, предъявляемых к транспортным дизельным двигателям, по мощностным, экономическим и экологическим показателям не выполнимо без использования регулируемого наддува. Применение регулируемого наддува позволяет подстраивать вид скоростной характеристики двигателя под характеристику требуемой потребителем при сохранении низкого расхода топлива и выполнении норм по токсичности



Линии тока в проточной
части турбины с дросселированием потока

выбросов вредных веществ с отработавшими газами.

Для регулирования наддува в турбокомпрессорах с диаметром рабочего колеса 60 мм и менее, устанавливаемых на двигателях легковых автомобилей, широко применяется дросселирование отработавших газов в турбине.

В данной работе рассматриваются этапы построения твердотельной геометрической модели центростремительной турбины с двухзаходной улиткой, выходное сечение которой перекрывается

заслонкой. Разработан механизм привода заслонки. Проведено моделирование газовых потоков в турбине при различных граничных условиях и площадях выходных отверстий улитки.

Результаты моделирования показали, что применение дросселирования газового потока на выходе из улитки позволяет изменять в широких пределах расход и скорость газа на входе в колесо турбины, что позволяет осуществлять регулирование турбонаддува в необходимых пределах.

Шеститактный двигатель внутреннего сгорания

Альферович В. В.

Белорусский национальный технический университет

Американским инженером Б. Кроуэром разработана конструкция, изготовлены и испытаны образцы двигателей, в цилиндры которых после завершения такта выпуска подается вода под давлением 15 МПа. Попадая в горячую камеру сгорания, вода испаряется и при ходе поршня от ВМТ к НМТ водяной пар, расширяясь, совершает полезную работу (пятый такт). При ходе поршня от НМТ к ВМТ (шестой такт) осуществляется выпуск отработавшего пара. Как отмечалось, двигатель Кроуэра характеризовался более высокой топливной экономичностью за счет утилизации теплоты от стенок камеры сгорания и возможностью уменьшения габаритов элементов системы охлаждения.

Цикл Кроуэра отличается от традиционного цикла Отто не только количеством тактов, но и отношением количества рабочих тактов к их общему числу. Так, у Отто это отношение составляет 1:4, а у Кроуэра – 1:3, дополнительные 40% полезной работы совершаются на неизменном количестве топлива. На четвертом такте раскаленные отработавшие газы не удаляются из камеры сгорания полностью, а вновь сжимаются поршнем, создавая достаточно высокое давление. Вода в такой среде испаряется быстрее и равномернее. Далее отработанный пар поступает в конденсатор, где охлаждается и снова превращается в воду. Часть остаточной теплоты используется для обогрева салона автомобиля.

Технология подачи воды в камеру сгорания широко применялась во время Второй мировой войны и в четырехтактных авиационных двигателях американских и немецких самолетов для их форсирования. Системой впрыска воды оснащались авиамоторы Daimler Benz серии 605 и BMW 801D для Messerschmitt Bf 109, B-29 Stratofortress и др.

Газогенераторные установки для мини ТЭЦ

Альферович В. В.

Белорусский национальный технический университет

По данным Минтопэнерго России, свыше 60% территории страны лишено централизованного электроснабжения, что требует использования в этих районах привозного жидкого и твердого топлива, стоимость которого непрерывно растет. Поэтому производство альтернативных энергоносителей из отходов биомассы можно рассматривать как одно из перспективных направлений. Советские газогенераторы позволяли в качестве топлива использовать отходы биомассы влажностью до 55%, имели достаточно высокий КПД – 80–90% при удельном весе 50–55 кг/кВт.

По данным одного из заводов производителя России, который поставляет подобное оборудование электрической мощностью 30 и 45 кВт, из всей энергии сгоревшей биомассы 24% приходится на производство электроэнергии и 49% - на тепловую энергию.

В ООО «Центр Соя» (Краснодарский край) в 2009 г. начато и в 2013 г. закончено строительство подобной установки мощностью 630 кВт (880 кВт тепловой энергии). Станция, работающая на лузге подсолнечника, запущена в эксплуатацию и потребителем всей вырабатываемой электроэнергии является само же предприятие. Достоинствами построенной газогенераторной мини-ТЭЦ являются:

- выработка электроэнергии – 630 кВт ч;
- располагаемая тепловая энергия составляет: до 880 кВт ч горячей воды за счет утилизации теплоты от рубашек охлаждения трех двигателей, до 600 кг/ч пара с давлением батм и температурой 160⁰С за счет утилизации отработавших газов 3-х двигателей;
- электрический КПД – более 24 %;
- отказ от покупки дорогостоящих лимитов на дополнительную электроэнергию.

Мировой лидер в производстве газогенераторов американская фирма ALL Power Labs, позиционирует газогенератор как независимый источник электроэнергии при чрезвычайных ситуациях и в арсенал оборудования американских служб спасения входит газогенератор.

УДК 665.6/.7(045)

Химмотология – современный методологический инструмент рационального применения традиционных и альтернативных топлив

Бойченко С. В.

Национальный авиационный университет,
Украинский научно-исследовательский и учебный центр химмотологии
и сертификации ГСМ и ТЖ, г. Киев

Рациональное использование топливно-смазочных материалов (ТСМ), энергоэффективность, экологичность входят в число важнейших проблем современности. Их решение в значительной мере определяет стабильное развитие мировой экономики и сохранение комфортных условий человечества. Наукой, которая стала ответственной за обеспечение целостности в решении множества задач этих проблем, является химмотология. Современная дефиниция науки химмотологии трактуется так. Это – наука о технологических процессах, свойствах, качестве и методологии рационального использования топлив, масел, смазок и технических жидкостей при эксплуатации техники. При этом необходимо рассматривать как нефтяные, так и альтернативные ТСМ.

Знание техники подразумевает не только знание конструкции, кинематических, динамических, температурных характеристик, но также и физико-химических свойств конструкционных материалов, необходимых для анализа и прогнозирования физико-химических процессов во время применения конкретного ТСМ. Например, самолёт – это огромное количество металлических и композиционных деталей, синхронно летящих на скорости 900 км/час (0,85 от скорости звука, это типовая скорость Boeing 787 Dreamliner) на высоте 10 км. Пара-тройка миллионов деталей изготавливается и собирается в одно изделие – и самолёт летит, обеспечивая комфорт пассажирам и прибыль владельцам. Обеспечить надёжный и экономичный совместный полёт этих деталей, увязав самые разные требования (грузоподъёмность, расход топлива, дальность полёта, шум при взлёте и посадке, требования к длине разбега и посадки, необходимость лёгкого обслуживания на земле, отсутствие обледенения, безопасность людей на борту и т. д. и т. п.) возможно лишь при помощи системно-инженерного мышления, учитывая требования самых разных специалистов, представляющих самые разные профессиональные и общественные группы.

Преимущества и недостатки биосырья для производства альтернативных топлив

Бармин В. А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из источников, для производства альтернативных топлив для двигателей внутреннего сгорания является, является биологическое сырьё или биомасса. К биомассе относятся все органические соединения, как растительного, так и животного происхождения. В качестве основы биомассы могут использоваться как специально выращиваемые сельскохозяйственные культуры, так и отходы их переработки, пищевые отходы и отходы перерабатывающего продовольственного производства, отходы лесной и лесоперерабатывающей промышленности, отходы сельскохозяйственного животноводства и другие. Все перечисленные источники биомассы являются возобновляемыми и не оказывают на окружающую среду и её экологию такого вредного воздействия, как переработка ископаемых углеводородных соединений, которые являются не возобновляемыми, а исчерпаемыми источниками энергии.

Практически все страны могут использовать биосырьё для производства альтернативных топлив с учётом их природных ресурсов и климатических условий. Полученное альтернативное топливо из биосырья не требует значительного изменения в конструкции двигателей внутреннего сгорания, а также в хранении топлива и заправки им двигателей. Кроме того, альтернативные топлива из биосырья при сгорании имеют лучшие экологические и экономические характеристики, чем традиционные топлива нефтегазового происхождения. Производство таких топлив в местных условиях не требует значительных финансовых затрат и может быть организовано в любых количествах.

В тоже время биосырьё имеет и недостатки, биомасса содержит много влаги до 90%, на которую необходимо тратить энергию, а после её сушки теплота сгорания биомассы не превышает 16 000–24 000 КДж/кг. Кроме того, выращивание биосырья сельскохозяйственным способом требует использования значительных посевных площадей и постоянного севооборота, который истощает землю, а также имеет сезонный характер. Получение биомассы связано с затратами на её уборку, переработку и хранение полученного топлива. Биодизель, полученный из биосырья маслосодержащих культур, имеет высокую химическую агрессивность к деталям дизеля, а также невысокую стабильность при его хранении. Биосырьё, например, лесопереработки требует значительного времени на восстановление лесного хозяйства, создания специальных площадей с высокой плотностью посадки низкорослых деревьев.

**Математическая модель двигателя с искровым зажиганием
при применении смесей бензина с бутанолом**

Кухаренок Г. М. Петрученко А. Н.

Белорусский национальный технический университет

Для моделирования рабочего процесса двигателей с искровым зажиганием рационально использовать зональную модель. Математическая модель строится на следующих предпосылках: - камера сгорания разделена на N зон; каждая зона, в общем случае, имеет свой коэффициент избытка воздуха в зависимости от среднего по цилиндру и его среднеквадратического отклонения; несгоревшая смесь состоит из воздуха, паров топлива и остаточных газов; пренебрегаем прорывом газов через поршневые кольца; состав продуктов сгорания в сгоревшей зоне находится из условия термодинамического равновесия при температуре в зоне и давлении в данный момент; перемешивание и теплообмен между зонами отсутствуют; количество сгоревшего топлива определяется по заданному закону сгорания.

Волна давления в цилиндре распространяется со скоростью звука, поэтому давление газов по всему объему принимается одинаковым. В цилиндре двигателя имеет место градиент температур, обусловленный неравномерностью распределения топлива в отдельных зонах.

Текущее давление газов в цилиндре определяется на основании первого закона термодинамики. Температура газов рассчитывается с помощью уравнения Менделеева-Клапейрона. Относительное количество сгоревшего топлива определяется с использованием уравнений сгорания И. И. Вибе. Теплотворности смесей бензина с бутанолом находятся с учетом массовых долей каждого из составляющих смеси. Количество теплоты переданной газами в стенки рассчитывается с помощью уравнения Ньютона-Рихмана. Теоретическое количество воздуха необходимое для сгорания 1 кг топлива рассчитывается с учетом элементного состава каждого из компонентов смеси и их массовых долей

Разработана комплексная многозонная математическая модель рабочего процесса двигателя с искровым зажиганием, учитывающая цепной механизм окисления топлив, что позволяет определять характеристики тепловыделения и индикаторные показатели двигателя при работе на бензине и альтернативных топливах.

Особенностью модели является возможность определения экономических и экологических показателей двигателей с искровым зажиганием, с учетом неомогенности горючей смеси в цилиндрах двигателя, что дает возможность адекватно оценивать выбросы двигателей с различными системами подачи топлива.

Моделирование показателей работы двигателя, работающего на дизельном и биодизельном топливе

Опанасюк Е. Г., Бегерский Д. Б.

Житомирский государственный технологический университет

Вопросам перевода двигателей на биотопливо посвящено большое количество работ. Таким образом, учитывая статистику по запасам нефти и динамику затрат нефтяных топлив, а также учитывая опыт иностранных государств, можно утверждать, что работы, связанные с переводом автомобильных двигателей на биотопливо актуальны.

Для сравнения показателей расхода топлива на обычном дизельном топливе и 20% смеси биодизеля-дизеля, был выполнен расчет по методу Н. Я. Говорушенко:

$$Q = \frac{1}{\eta_i} [A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot V_a \cdot (G_a \cdot \Psi + 0,077 \cdot kF \cdot V_a^2)].$$

За основу был выбран двигатель OM 651, который устанавливается на автомобиле Mercedes-Benz Vito. Результаты расчетов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Работа при дизельном топливе

V _a км/ч	10	20	30	40	50	60	70	80	90
η	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49
Q, л	23,37	11,9	8,32	6,8	6,17	6,03	6,2	6,58	7,11

Таблица 2

Работа при биодизельном топливе

V _a км/ч	10	20	30	40	50	60	70	80	90
η	0,437	0,438	0,439	0,441	0,445	0,45	0,457	0,467	0,48
Q, л	24,14	12,29	8,59	7,02	6,37	6,23	6,41	6,8	7,34

Из анализа полученных расчетов работы двигателя видно, смесь 20% биодизеля с дизелем, уменьшает индикаторный КПД на 2% и увеличивается расход топлива в среднем на 3%, что не значительно сказывается на эксплуатационных свойствах автомобиля.

Рыжиковое масло как сырье для производства реформулированного авиационного топлива

¹Яковлева А. В., ²Лейда К.

¹Национальный авиационный университет, г. Киев

²Жешувский технологический университет, г. Жешув

Одной из особенностей развития современного мира является повышенное внимание мирового сообщества к проблемам рациональности и эффективности использования энергоресурсов, внедрения технологий энергосбережения и поиска возобновляемых источников энергии.

Сегодня развитие возобновляемой энергетики в мире приняло ускоренный характер, что связано с нарастающими многофакторными кризисными явлениями глобального характера. Современная авиация постоянно развивается. В мире насчитывается около 2 тыс. авиакомпаний, а объем авиационных перевозок ежегодно увеличивается на 4–5 %. Расширение авиапарка вызывает рост объема потребления авиационных топлив. Вместе с тем, авиационные судна ответственны за более чем 2 % мировой эмиссии CO₂. Кроме CO₂, отработанные газы содержат другие компоненты, негативно влияющие на глобальные изменения климата.

Одним из путей решения данной проблемы является поиск и внедрение в авиацию альтернативных биотоплив. Для решения проблем, было предложено использование битоплива, а именно реформулированного авиационного топлива на основе растительных масел.

Рыжик посевной (*Camelina sativa*) – масличная однолетняя трава. Выход масла у рыжика с 1 га составляет 490 кг (583 л). В семенах содержится 33–42 % масла, 25–30 % белков, витамин Е. Авиационное биотопливо на основе рыжика может постепенно заместить традиционные топлива, что связано с его экологичностью, производительностью, а также с тем, что оно вырабатывается из непищевого сырья. Страны восточной Европы, имеющие огромные площади земель, пригодных для ведения сельского хозяйства, могут легко задействовать их для посадок энергетических растений с целью получения биомассы для биотоплива.

Таким образом, реальным выходом из ситуации, которая складывается в сфере современного авиатопливообеспечения, является разработка, внедрение и применение использования новейших энергосберегающих технологий и переход реформулированных авиационных топлив на основе растительных масел, в частности рыжикового, как альтернативного возобновляемого экологически чистого сырья.

Evaluation of jet engine emissions using conventional and alternative fuels

Yakovlieva A., Boichenko S.
National aviation university, Kyiv

Modern air transport sector is developing constantly. Transport is powered by petroleum that supplies 95 % of the total energy used by world transport. Nowadays civil aviation relies predominantly on kerosene aviation fuel, known as jet fuel. Along with the situation in exhausting of crude-oil deposits, the state of environment causes a special concern. The world transport energy use is projected to increase at the rate of about 2 % per year, energy use and carbon emissions is projected to be about 80 % higher than current levels by 2030.

The abovementioned factors have caused recent interest in the development of aviation fuels produced from alternative sources. Today scientists work predominantly on developing of renewable JFs (fuels, which are produced from renewable feedstock – plant oils, fats, starch or sugar containing plants, organic waste, algae etc) and improving its properties.

For obtaining blended JFs we have used bio-additives, which are fatty acids ethyl esters (FAEE) of rapeseed oil that were produced in the Institute of bioorganic chemistry and petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine and were specially modified by vacuum distillation according to the method developed by the authors during previous researches. Blended JFs were obtained by mixing conventional JF and bio-additives in quantity 10 % (v/v) and 20 % (v/v).

For fulfilling bench tests the gas-turbine engine of model RU19A-300 was used. The bench tests were fulfilled on certified engine-test base with specific stand at State Enterprise 410 factory of Civil Aviation (Kyiv, Ukraine).

In the result of emissions evaluation it was concluded that blending conventional JFs with bio-additives allows improving its environmental properties: EI of CO₂ in exhaust gases was decreased by ~2%; EI of H₂O in exhaust gases was decreased by 4%; EI of SO₂ in exhaust gases was decreased by 14% and EI of NO_x in exhaust gases was decreased during take-off regime by 6%, during climbing regime by 7%, during approaching and landing regime by ~17% and during taxi/idling regime by ~17%.

The receipts of new JFs blended with bio-additives, which possess improved exploitation and environmental properties were developed. According to developed receipts JF blends may contain 10%, 20% and 30% of modified FAME or modified FAEE bio-additives. In a result it was proved that application of bio-additives derived from rapeseed oil in jet fuel reduce exhaust gases emissions from jet engine.

Экспериментальное определение экономичности двигателя при работе на дизельном и биодизельном топливе

Бегерский Д. Б.

Житомирский государственный технологический университет

Экспериментальные исследования расхода топлива проводились с целью установления количественных зависимостей расхода топлива от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Для исследований были выбраны три автомобиля: Škoda Octavia 1.9 TDI, Mercedes-Benz Vito 116 CDI, Renault Master DCI. Исследования проводились без нагрузки на трех режимах работы двигателя:

1 - $n = 1000$ об/мин; 2 - $n = 2250$ об/мин; 3 - $n = 3500$ об/мин.

Частота вращения коленчатого вала измерялась с помощью тахометра, а расход топлива определялся весовым методом (взвешиванием каждые 10 мин).

Результаты исследования средних значений расхода классического дизельного топлива при различных значениях частоты вращения коленчатого вала двигателя представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследования расхода дизельного топлива

Обороты, об/мин	Q, л/10 мин Octavia	Q, л/10 мин Vito	Q, л/10 мин Master
950-1050	86,2	96,8	109,4
2200-2300	320,1	359,7	406,4
3450-3550	677,1	760,8	859,7

Аналогичные результаты были получены для 20% смеси биодизель-дизель (табл. 2).

Таблица 2

Результаты исследования расхода биодизельного топлива

Обороты, об/мин	Q, л/10 мин Octavia	Q, л/10 мин Vito	Q, л/10 мин Master
950-1050	90,1	101,3	114,4
2200-2300	334,8	376,2	425,1
3450-3550	708,2	795,8	899,2

Экспериментально установлено, что при работе на 20% смеси биодизель-дизель с дизелем повышается расход топлива в среднем на 4,4%. Что подтверждается результатами математического моделирования, а также результатами других исследователей. Таким образом, ввиду незначительного влияния добавки биодизеля на эксплуатационные свойства автомобиля, применение таких смесей актуально.

Улучшение комбинированного метода регулирования мощности бензинового двигателя

Гугаревич Ю. Ф., Карев С. В., Юшенко Н. Н.
Национальный транспортный университет, г. Киев

Основным недостатком бензиновых двигателей является ухудшение топливной экономичности в режимах малых нагрузок и холостого хода, которые являются основными в условиях эксплуатации.

По результатам исследований установлено, что метод регулирования мощности бензиновых двигателей отключением группы цилиндров позволяет улучшить топливную экономичность при работе в названных режимах. Тем не менее, эффективность метода с точки зрения улучшения топливной экономичности зависит от способа отключения группы цилиндров. Наиболее эффективным, с точки зрения простоты использования в эксплуатации, является отключение группы цилиндров прекращением подачи топлива в эти цилиндры и регулированием мощности в работающей группе цилиндров дросселированием топливоздушнoй смеси. Вместе с тем известно, что на топливную экономичность бензинового двигателя влияет величина механических потерь. При этом потери на газообмен, входящие в состав механических потерь, определяются способом отключения, а именно положением дроссельной заслонки, которая определяет расход воздуха в отключенные цилиндры.

Для подтверждения данного положения экспериментально определены механические потери двигателя 6Ч9,5/6,98 в зависимости от частоты вращения для двух случаев, при неизменной системе газообмена и при свободном впуске воздуха в отключенную группу. В результате установлено, что при полностью открытой дроссельной заслонке момент механических потерь при дросселировании воздуха в отключенных цилиндрах и при свободном впуске в эти цилиндры воздуха практически совпадают. При закрытой дроссельной заслонке свободный впуск воздуха в группу цилиндров, что отключаются, приводит к значительному уменьшению механических потерь. При частоте вращения 2000 мин^{-1} это уменьшение составляет около 13%, что позволяет ожидать улучшения топливной экономичности двигателя.

**Оценка влияния микробиологического загрязнения
на компонентный состав моторных топлив**

¹Шкильнюк И. А., ²Кондратюк Т. А.

¹Национальный авиационный университет, г. Киев

²Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев

Развитие микроорганизмов в топливных системах приводит к ухудшению физико-химических и эксплуатационных свойств топлив в результате изменения их углеводородного состава, накопления микробной слизи и осадка, образования стойких эмульсий.

Свойство микроорганизмов усваивать углеводороды нефтепродуктов стало причиной возникновения существенных проблем в сфере нефтедобычи, нефтепереработки и нефтехимии, а особенно во время эксплуатации нефтепродуктов. В Испытательной интерактивной лаборатории «АвиаТЕСТ» Национального авиационного университета (Украина, г. Киев) с помощью хроматографического анализа были проведены исследования ряда образцов авиационных топлив с различной длительностью микробиологического заражения. Результаты исследований показали уменьшение содержания парафинов в топливах, то есть их невысокую биостойкость. Количество циклоалканов изменяется менее существенно у контрольных и зараженных образцов топлив, то есть циклоалканы труднее поддаются микробиологической деградации, по сравнению с алканами, что связано с наличием циклической структуры. По результатам исследований различных образцов авиационных топлив можно сделать вывод, что более биостойкими являются ароматические углеводороды, их количество практически не изменяется в и у чистых и у зараженных образцов.

Биодеструкция углеводородов топлив приводит к накоплению органических кислот и кетонов и других кислородсодержащих соединений, которые могут вызвать серьезные повреждения, особенно при длительном воздействии внутри застойных участков топливной системы (вплоть до появления течи кессонных баков). Изменение компонентного состава приводит к изменению физико-химических и эксплуатационных свойств авиационных топлив.

**Физическая модель альтернативного энергогенератора
для транспортных средств**

Трофимов И. Л., Сулиман А. Н.

Национальный авиационный университет, г. Киев

В технике существует большое разнообразие аккумуляторов энергии. Механические включают в себя пружинные, резиновые, пневматические, пневмо- и пружинно-гидравлические аккумуляторы, аккумуляторы энергии в виде поднятого груза, и наконец, маховичные или инерционные аккумуляторы. Каждый из них хорош по своему и имеет свою область применения.

Учитывая сложность протекания процессов физических взаимодействий объектов и учитывая поставленную задачу разработана физическая модель, которую можно назвать «махогенератор гравитационного действия». Данный энергоагрегат использует энергию гравитационного силового поля, как первичный импульс для начала работы, а так же любого другого механического аккумулятора энергии. Принцип работы модели устройства состоит на основе фундаментальных законов физики (динамики) – постоянного изменения концентрации энергоносителя (массы) при взаимодействии ее с маховиками, не изменяя законов гравитации. Это устройство будет работать в пределах действия гравитационного поля. После расчетов, разработки детального черчения, материала и изготовления деталей создана физическая модель устройства.

Во время работы махогенератор гравитационного действия (как группа взаимодействующих физических объектов) происходит постоянное изменение движения (скорости и направления) объектов, то есть происходит постоянное изменение плотности энергии. Эта идея и положена в основу разработки махогенератора энергии гравитационного действия, который в свою очередь способен и аккумулировать энергию.

Разработанная модель маховичного двигателя не является замкнутой, в ней возможны непрерывные движение и процессы, в котором постоянно возрождается и аккумулируется энергия. Если энергия возрождается без дополнительных затрат, то мы получим необходимый генератор и аккумулятор энергии. Махогенератор энергии гравитационного действия конвертирует энергию в ту, которую необходимо нам в данное время в данном месте.

Применение растительных сорбентов для очистки сточных вод предприятий топливообеспечения

Павлюх Л. И., Шаманский С. Й.

Национальный авиационный университет, г. Киев

Традиционная технологическая система очистки нефтесодержащих вод на предприятиях топливообеспечения, как правило, включает различные методы, а, соответственно, и устройства очистки сточных вод. В комплекс очистных сооружений, как правило, входят сооружения механической очистки. В зависимости от необходимой степени очистки они могут дополняться сооружениями биологической или физико-химической очистки, а при более высоких требованиях в состав очистных сооружений включают сооружения глубокой очистки.

Сорбционный метод является одним из наиболее рациональных и эффективных методов в случае удаления нефтепримесей из многокомпонентных систем (сточных вод). Среди широкого спектра средств и материалов, используемых для очистки нефтесодержащих сточных вод, по результатам теоретических и экспериментальных исследований авторами сделан акцент на использовании сорбционных материалов растительного происхождения, полученных из древесных опилок, листового опада, скорлупы орехов, лузги подсолнечника). Нами сформулированы основные технические требования к растительным сорбентам:

- широкая сырьевая база, в частности, отходы сельского хозяйства, пищевой, деревообрабатывающей и микробиологической отраслей;
- возможность получения сорбентов различных типов с однородного сырья и материалов;
- минимальное использование дорогих и дефицитных реактивов, сырья и материалов, энергоресурсов;
- низкая стоимость, позволяющая перейти на одноразовое использование сорбентов;
- высокая селективность и высокая емкость поглощения нефтепродуктов;
- простота, надежность и технологичность использования и восстановления (или утилизации) сорбентов при минимальных затратах;
- высокие экологические характеристики;
- ограниченность возвращения сорбированных нефтепродуктов в круговорот веществ в природе.

Влияние приведенного момента инерции кривошипно-шатунного механизма двигателя на неравномерность хода

Ломакин В. А., Ильченко А. В.

Житомирский государственный технологический университет

Современные двигатели внутреннего сгорания представляют собой сложные высокоэффективные мехатронные системы, которые постоянно эволюционируют. Одними из основных стимулов развития отрасли выступают ужесточения экологических норм и ограниченность запасов ископаемых топлив. В связи с этим, все более пристальное внимание уделяют тонкостям протекания рабочих процессов. Одним из таких процессов является изменение приведенного момента инерции кривошипно-шатунного механизма за один оборот.

В результате анализа наиболее распространенных схем кривошипно-шатунных механизмов, применяемых в поршневых двигателях внутреннего сгорания, было установлено, что влияние переменной составляющей приведенного момента инерции кривошипно-шатунного механизма ничтожно в двигателях с количеством цилиндров более 4-х и им можно пренебречь. В одноцилиндровых двигателях влияние переменной составляющей приведенного момента инерции кривошипно-шатунного механизма более существенно.

Влияние приведенного момента инерции кривошипно-шатунного механизма двигателя на неравномерность хода было проанализировано на примере установившегося режима работы двигателя MeM3-2457 при частоте вращения 3000 мин^{-1} и разрежении во впускном коллекторе 35 кПа. Аналитически был определён суммарный момент внешних сил для двух случаев, где приведенный момент инерции кривошипно-шатунного механизма постоянен на протяжении оборота и изменяется на протяжении оборота.

Проанализировав частоту вращения двигателя в обоих случаях, было установлено, что если считать приведенный момент инерции кривошипно-шатунного механизма постоянным, то неравномерность хода составляет $\delta = 0,4\%$, а если изменяемым – $\delta = 0,2\%$.

Изучение законов изменения приведенного момента инерции кривошипно-шатунного механизма двигателя за один оборот позволило глубже познать процессы, влияющие на неравномерность хода двигателя, и подчеркнуть, как важно их учитывать, при рассмотрении задач, связанных с колебаниями силового агрегата.

Возможность расширения топливной базы автомобильного транспорта

Добровольский О. С., Овчинников Д. В., Ступак Н. С.
Национальный транспортный университет, г. Киев

Существенный рост парка автотранспорта, который наблюдается в последнее время, вызывает ухудшение экологической обстановки, особенно в больших городах. Для снижения вредных выбросов последнее время предлагается использовать альтернативные топлива. Идея расширения топливной базы автомобильного транспорта и уменьшение зависимости от ископаемых энергоносителей путем применения бензоспиртовых смесей достаточно широко исследуется отечественными и иностранными авторами.

Биоэтанол - это обезвоженный этиловый спирт, произведенный из биологически возобновляемого сырья. Он может быть изготовлен из сырья, содержащего крахмал или сахар путем брожения, например из зерновых культур, картофеля, сахарной свеклы или сахарного тростника. Также в качестве сырья для его производства используют продукты лесного хозяйства и деревообрабатывающей промышленности.

На сегодня в Украине существует достаточно широкая ресурсная база возобновляемого сырья для производства биоэтанола. Большое количество посевных площадей, позволяет выращивать зерновые культуры и сахарную свеклу, для получения биотоплива не нанося ущерба пищевой промышленности. Наименее затратным является производство биоэтанола из отходов сахарной промышленности. При использовании биоэтанола в автомобильных двигателях уменьшается количество некоторых вредных веществ, содержащихся в отработавших газах. Биоэтанол имеет лучшие антидетонационные свойства по сравнению с бензином, что дает возможность использовать его в двигателях с высокой степенью сжатия и повысить КПД двигателя. Границы зажигания смеси биоэтанола с воздухом от электрической искры значительно больше чем у бензина, при этом двигатель более стабильно работает на бедных топливо-воздушных смесях. В докладе будут приведены результаты предварительных исследований показателей работы бензиновых двигателей при использовании бензоспиртовых смесей с различным содержанием спирта.

**Экономическое обоснование применения биотоплива
третьего поколения в Украине**

Шаманский С. И.

Национальный авиационный университет, г. Киев

Традиционная технология производства биодизеля из микроводорослей включает культивирование, сбор урожая, обезвоживание и сушку биомассы, извлечение масел и дальнейшая переработка с получением метилэстеров и глицерина. Остаточная биомасса (после извлечения масел) содержит значительную часть органических веществ и может быть использована для производства биогаза.

Для обеспечения процессов культивирования необходимы затраты энергии, прежде всего электроэнергии. Клетки микроводорослей должны быть собраны и подвергнуты обезвоживанию. Можно использовать фильтрование или центрифугирование. На рынке есть достаточное количество оборудования для выполнения этого процесса. Эффективность удаления масел с обезвоженной биомассы микроводорослей составляет 90%. Энергия, необходимая для извлечения масел из обезвоженной биомассы при больших объемах производства, может быть принята по аналогии добычи рапсового масла с начальной биомассы. Энергетическая эффективность переработки полученных из микроводорослей масел в биодизель и биогаз составляет 90 %. Расчеты показывают, что процент энергии, затрачиваемой на получение биотоплива по отношению к энергии, запасенной в биотопливе составляет: для закрытых ФБР – 72 %; для открытых – 66 %.

Положительный энергетический баланс меняется на негативный, если принимать, что электрическая энергия вырабатывается на тепловых электростанциях, учитывая их низкий КПД. При ее выработке с когенерацией КПД можно принять 60 %. В этом случае процент затраченной энергии по отношению к запасенной в биотопливе составит: для закрытых ФБР – 115 %; для открытых – 104 %. Таким образом производство биотоплива из микроводорослей в условиях Украины становится энергетически и экономически не эффективным.

Для повышения экономической эффективности процессов культивирования их целесообразно совместить с процессами очистки коммунальных сточных вод от биогенных элементов. Такие сточные воды содержат значительное количество соединений азота и фосфора. Микроводоросли являются хорошими их поглотителями, что снижает риски развития эвтрофикационных процессов в водоемах.

Влияние разрежения в выпускной системе инжекторного двигателя на показатели его работы

Опанасюк А. Е., Ломакин В. А.

Житомирский государственный технологический университет

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали, что создание разрежения в выпускной системе поршневого двигателя внутреннего сгорания оказывает положительное влияние на показатели газообмена: повышается численное значение коэффициента наполнения η_v , снижается коэффициент отработанных газов γ_g , а также снижаются механические потери за счет уменьшения потерь на газообмен.

Однако, создаваемое разрежение в системе выпуска карбюраторного двигателя приводит к некоторому увеличению расхода топлива. Это связано с тем, что во время работы двигателя в отрезки времени, при которых одновременно открыты впускные и выпускные клапаны, созданное разрежение передается в смесительную камеру карбюратора, вызывая дополнительный расход топлива через его жиклеры.

Учитывая вышеизложенное и в результате анализа работы системы питания инжекторного двигателя можно прийти к выводу о том, что в таких двигателях (по сравнению с карбюраторными) отсутствуют явные предпосылки для увеличения расхода топлива при создании разрежения в выпускной системе вследствие того, что подача в них топлива и воздуха для создания горючей смеси регулируется бортовым компьютером в зависимости от значений сигналов λ -зонда и нагрузки двигателя.

Проведенные аналитические исследования показали, что уменьшение давления в конце выпуска за счет создания искусственного разрежения в системе выпуска инжекторного двигателя с 0,122 МПа до 0,04 МПа приводит к уменьшению коэффициента отработанных газов γ_g с 0,042 до 0,012 при увеличении коэффициента наполнения η_v с 0,946 до 0,998. При этом индикаторная работа газов за цикл увеличивается на 2,4%.

Проведены экспериментальные исследования на автомобиле Daewoo Lanos 1.5i (двигатель A15MF), дооборудованном системой создания разрежения в выпускной системе, а также устройствами и приборами контроля расхода топлива (весовым методом), контроля параметров работы двигателя, считываемых на ПК через диагностический разъем. Полученные результаты показали снижение расхода топлива при создании разрежения в системе выпуска и работе двигателя без нагрузки в диапазоне частот вращения коленчатого вала от 1000 об/мин. до 3200 об/мин. при создании разрежения в системе выпуска - на 1,0–4,0%.

Оценка влияния выбросов ДВС автотранспорта на экологическое состояние магистральных перекрестков города Житомира

Титаренко В. Е., Шумляковский В. П.

Житомирский государственный технологический университет

Увеличение интенсивности транспортных потоков в больших и средних городах сопровождается значительными изменениями экологического состояния окружающей среды, а основным фактором негативного влияния справедливо считают выбросы ДВС автомобильного транспорта.

Целью работы является исследование состояния атмосферного воздуха, возможных изменений его состава от действия выбросов автотранспорта и на основании этих данных расчет убытков, причиненных экосистеме в результате загрязнения воздушного бассейна автомобильным транспортом в городе Житомире.

Анализ содержания вредных выбросов был проведен методом расчета согласно стандартной методикой количества загрязняющих веществ в воздухе за параметрами интенсивности движения автотранспорта.

Использование данной методики позволяет на практике выполнить подсчет вредных выбросов автотранспортом в необходимый период времени и проводить мониторинг экологической ситуации на основных транспортных перекрестках города.

Для выполнения поставленной задачи за данными видеонаблюдений системы «Безопасный город» были выполнены расчеты удельных выбросов автотранспортных потоков за основными составляющими, а также составлена карта их распределения на основных перекрестках улиц. Сравнение расчетных данных с нормативами позволило определить интервалы их превышения за составляющими: СО в 1,14-7,56 раз, формальдегиды в 1,06-10,08 раз, бензапирен в 2,04-14,10 раз, сажа в 2,04-16,30 раз, SO₂ в 1,52-11,20 раз, NO_x в 1,19-19,39 раз, C_mH_n в 3,04-13,92 раз.

По результатам исследований построены диаграммы, карты загрязнений и карта мониторинга экологической ситуации на основных транспортных перекрестках города Житомира, что дает возможность наглядного представления и наблюдения динамики их изменения.

Проведенные вычисления сборов, в местный бюджет за ущерб от вредных выбросов в атмосферу за четыре часа пиковых нагрузок в течение суток, составили 19024,3 грн., которые могут быть использованы для улучшения экологической ситуации города.

Моделирование процесса топливоподачи при применении рапсового масла и его смесей с дизельным топливом

Петрученко А. Н.

Белорусский национальный технический университет

В последние десятилетия бурно развивается альтернативная энергетика. Одним из направлений развития альтернативных источников энергии является производство топлив из восстанавливающихся источников сырья. Из-за разных почвено-климатических условий и особенностей национальных законодательств в разных государствах разрабатываются свои технические регламенты на производство и применение альтернативных топлив. В Республике Беларусь достаточно широко используется в качестве добавки к дизельному топливу нефтяного происхождения метиловый эфир жирных кислот рапсового масла – получаемого из рапсового масла (РМ).

Применение РМ в качестве топлива или добавки к дизельному топливу нефтяного происхождения сопряжено с трудностями адаптации системы питания и рабочего процесса к топливу, имеющему значительные отличия теплофизических свойств. Проведено значительное количество исследований, направленных на разработку технических решений применения РМ, как топлива дизелей или добавки к дизельному топливу.

Одним из способов изменения теплофизических свойств РМ в нужном направлении является его нагрев или применение смесей с дизельным топливом. При этом уменьшаются динамическая вязкость, плотность, коэффициент поверхностного натяжения, сжимаемость топлива. Ранее были получены зависимости связывающие сжимаемость топлива с концентрацией РМ в смеси, температурой и давлением. Это позволило усовершенствовать гидродинамическую модель процесса топливоподачи и оценить влияние состава смесевоего топлива, а также термодинамическое состояние смеси и РМ на показатели процесса топливоподачи.

Максимальное давление топлива над плунжером уменьшается по мере снижения концентрации РМ в смеси, так при температуре топлива 60°C это снижение по сравнению РМ составляет 8,6% и 22% соответственно для 50% смеси дизельного топлива и РМ и для дизельного топлива нефтяного топлива. В результате снижается количество подаваемого в цилиндр топлива соответственно на 2,4 мм³ и 4,9 мм³ для 50% смеси дизельного топлива и РМ и для дизельного топлива нефтяного топлива.

Проведенные исследования позволяют обосновать регулировочные параметры системы питания топливом при применении РМ и его смесей с дизельным топливом.

Параметры топливоподачи дизелей при применении смесей дизельного топлива с бутанолом

Гершань Д. Г.

Белорусский национальный технический университет

Проведены расчетные исследования влияния параметров топливоподачи (угла опережения впрыска, давления впрыска топлива) на показатели рабочего процесса дизеля 4ЧН 11/12,5 при применении смесей дизельного топлива с бутанолом.

Для режима В75 13-ступенчатого цикла ЕСС угол опережения впрыска топлива изменялся в диапазоне 2–7 град. ПКВ до ВМТ, давление впрыска топлива – 140–200 МПа, содержание бутанола в смеси по объему – 0–20%. Режим поддерживался постоянным за счет изменения цикловой подачи топлива.

С увеличением угла опережения впрыска ($\theta_{\text{впр}}$) и давления впрыска ($p_{\text{впр}}$) в рассматриваемых диапазонах удельный индикаторный расход топлива (g_i) снижается как для дизельного топлива, так и рассматриваемых смесей.

С увеличением $p_{\text{впр}}$ от 140 до 200 МПа при $\theta_{\text{впр}} = 7$ град. ПКВ для дизельного топлива и 20% смеси удельный индикаторный расход топлива снижается на 4,3% (7,5 г/(кВт·ч)) и 2,7% (4,8 г/(кВт·ч)) соответственно. Рост $\theta_{\text{впр}}$ от 2 до 7 град. ПКВ при $p_{\text{впр}} = 200$ МПа для дизельного топлива и 20% смеси приводит к снижению g_i на 2,6% (4,4 г/(кВт·ч)) и 2,2% (3,8 г/(кВт·ч)).

При угле опережения впрыска топлива 7 град. ПКВ и давлении впрыска 200 МПа g_i на 4,8% (8,6 г/(кВт·ч)) ниже, чем при $\theta_{\text{впр}} = 2$ град. ПКВ и $p_{\text{впр}} = 140$ МПа для 20% смеси и на 6,6% (11,8 г/(кВт·ч)) ниже – для дизельного топлива.

Удельный индикаторный расход топлива равный 176,5 г/(кВт·ч) с углом опережения впрыска 2 град. ПКВ при использовании дизельного топлива получается с давлением впрыска равном 155 МПа, при 20% смеси – 185 МПа.

С давлением впрыска топлива 140 МПа $g_i = 179$ г/(кВт·ч) при применении дизельного топлива и 20% смеси с углом опережения впрыска 2 и 4,5 град. ПКВ.

Параметры топливоподачи позволяют изменять показатели рабочего процесса дизеля при применении смесей дизельного топлива с бутанолом для достижения требуемых их значений. Величина изменения данных параметров зависит от содержания бутанола в смеси, режима работы двигателя, его конструктивных параметров.

Тенденции развития газовых и газодизельных двигателей

Вершина Г. А., Быстренков О. С.

Белорусский национальный технический университет

Газообразные углеводородные топлива относятся к наиболее чистым в экологическом отношении моторным топливам. В условиях города с миллионным количеством двигателей использование газа в качестве топлива позволяет значительно снизить загрязнение окружающей среды. Во многих странах на решение этой проблемы направлены отдельные экологические программы, стимулирующие перевод двигателей с бензина на газ. Кроме того, газовые двигатели обладают рядом преимуществ перед двигателями, работающими на жидком топливе. Это относится и к эксплуатационным показателям, например: уменьшается нагарообразование в камере сгорания, головке блока цилиндров и на поршнях, поскольку сокращается количество углеродистых осадков. А также к экономическим, поскольку компоненты газового топлива имеют пределы воспламенения, значительно смещенные в сторону обедненных смесей, что дает дополнительные возможности повышения экономии топлива. Однако в настоящее время применение газовых двигателей на автомобильном транспорте ограничено, что связано с рядом проблем технического и эксплуатационного характера. ДВС работающие на газовом топливе имеются у ограниченного количества мировых производителей двигателей. Основное назначения двигателей, работающих на газовом топливе, это применение их в составе генераторных станции. Отдельные производители («WEICHAH», Китай, «MTU», США, «Zeppelin» – Caterpillar, Германия) даже предлагают модельный ряд генераторных станций.

Проблема развития применения газовых ДВС у все одинакова – это размещение заправочных топливных емкостей, которых должно хватить как минимум на одну рабочую смену при полной загрузке транспортного средства, а также наличие в шаговой доступности специализированных заправок. По заявлению производителей ДВС никто из сельхоз производителей не поедет за 20 Км на заправку, а сохранить газ в собственных хранилищах под давлением 200 Бар требует высокой степени безопасности и большого объема емкости. К примеру, у трактора «Deutz-Fahr» два баллона с жатым метаном расположены под трактором, что весьма небезопасно, два – возле колес, два в области задней навески и два по задним боковым стойкам кабины. Применение газовых двигателей на городских автобусах и погрузчиках, работающих на складах с большим объемом продукции, обусловлено наличием гарантированной заправочной станции на базе.

На основании имеющейся информации можно сделать вывод, что развитие газовых двигателей на тракторах в настоящее время не имеет большого успеха.

**Экспресс-диагностика дизеля по температурным импульсам
в выпускной системе**

Колобов К. С.

Национальный транспортный университет (г. Киев)

Эффективность эксплуатации транспортных средств (ТС) и их влияние на экологическое состояние окружающей среды в значительной степени определяется техническим состоянием их двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Для активного воздействия на техническое состояние ДВС необходима объективная информация о самом техническом состоянии, что обеспечивается техническим диагностированием на базе различных технических средств.

Современные условия эксплуатации ТС, отдаленность или отсутствие баз технического обслуживания, способных качественно, быстро и недорого проводить техническое обслуживание, определяют необходимость выбора и разработки такого метода и средства диагностирования, который бы обеспечивал с заданной точностью быстрое определение технического состояния ДВС непосредственно на ТС с помощью автономных и несложных средств.

Анализ существующих методов диагностики ДВС позволил выбрать, как один из наиболее информативных, метод экспресс-диагностики технического состояния двигателей по температуре отработавших газов (ОГ), которая является наиболее чувствительным, стабильным и информативным параметром, не требующим применения сложных специальных нагрузочных стендов. Регистрируя температуру ОГ каждого цилиндра, можно разделить отказа системы топливоподдачи, механизма газораспределения и цилиндропоршневой группы и косвенно судить о мощности, которая отдается каждым цилиндром.

С целью реализации данного метода были исследованы существующие средства измерения температуры, выбран, разработан и изготовлен макетный образец фазоакустического датчика температуры (ФАДТ).

Экспериментальное исследование, которое было проведено на дизеле установленном на моторном стенде и на ТС с дизелем в условиях эксплуатации, подтвердило возможность измерения с помощью ФАДТ температурного импульса ОГ ДВС отдельно по цилиндрам и определять техническое состояние дизеля при экспресс-диагностике.

Исследование методов повышения эффективности использования биодизельного топлива в автомобильных двигателях

Корпач А. А., Левковский А. А.

Национальный транспортный университет, г. Киев

Дальнейшее использование ископаемых энергоресурсов в качестве топлива для автомобильных двигателей ограничено их мировыми запасами и значительным загрязнением окружающей среды токсическими и парниковыми газами. В ближайшей перспективе возможно частичное замещение традиционных моторных топлив альтернативными. Биодизельное топливо (метиловые эфиры растительного масла) является наиболее перспективным альтернативным топливом для автомобильных дизелей.

Результаты стендовых исследований автотракторного дизеля при работе на биодизельном топливе свидетельствуют об изменении топливной экономичности и концентрации вредных веществ в отработавших газах в сравнении с дизельным топливом. Основной негативный эффект при работе дизеля на биодизельном топливе связан с увеличением часового расхода топлива (в среднем на 15–16,5%) и возрастанием концентрации оксидов азота NO_x в отработавших газах (приблизительно на 9%).

Анализ разнообразных методов повышения топливной экономичности и снижения токсичности отработавших газов дизеля показал, что наибольшего эффекта удастся достичь при одновременном снижении номинальной цикловой подачи биодизельного топлива на 3% и уменьшении угла опережения впрыска на 2 град. п.к.в.. В результате, достигается снижение часового расхода биодизельного топлива (в среднем на 4%) и концентрации NO_x (в среднем на 14%), в сравнении со штатными регулировками топливной аппаратуры.

Путем математического моделирования режимов движения грузового автомобиля с дизелем в городском ездовом цикле, выполнено анализ изменения топливной экономичности и экологических показателей двигателя после выполнения вышеуказанных регулировок топливной аппаратуры и подтверждено их эффективность.

УДК 621.43

Способ снижения выбросов оксидов азота с отработавшими газами при работе двигателя на смесях сжатого природного газа и биогаза

Говорун А. Г., Шиманский С. И., Бугрик А. В.
Национальный транспортный университет, г. Киев

На сегодняшний день для бензиновых двигателей с карбюраторной системой питания одним из привлекательных моторных топлив может стать смесь сжатого природного газа (СПГ) и биогаза в переоборудованных для этих целей в двухтопливные двигателя. Это даст возможность использовать с пользой для экологического преимущества смеси СПГ и биогаза, которые имеют в своем составе необходимые компоненты для уменьшения выбросов вредных веществ с отработавшими газами.

Как правило, на таких двигателях используются двухтопливные эжекционные системы питания. В процессе сгорания топлива, содержащегося в газозоудшной смеси, образуется ряд вредных веществ, которые с отработавшими газами попадают в атмосферу. Основными из них по агрессивности являются оксиды азота NO_x .

Целью предлагаемого способа использования присадки CO_2 в штатное газовое топливо является избежание образования выбросов оксидов азота NO_x с отработавшими газами двигателя, работающего на природном газе, биогазе и их смесях.

Решение поставленной задачи достигается тем, что природный газ, биогаз, содержащий присадку CO_2 , и воздух смешивают в определенных пропорциях, таким образом, выполняют подготовку моторной газовой топливной смеси, готовой смесью заправляют автомобиль и двигатель начинает работу по стандартной схеме.

Использование смеси штатного газового топлива из биогаза, содержащего присадку CO_2 дает эффект блокировки образования оксидов азота NO_x . Присадка CO_2 не требует дополнительных энергозатрат на ее производство в газовом топливе.

Изменение параметров рециркуляции отработавших газов при применении бутанолсодержащих топлив

Гершань Д. Г.

Белорусский национальный технический университет

Выполнены расчетные исследования рабочего процесса дизеля 4ЧН 11/12,5 с рециркуляцией отработавших газов при применении бутанолсодержащих топлив.

Рассмотрим режим С100 13-ступенчатого цикла ESC. Степень рециркуляции изменялась в диапазоне 0–22%, содержание бутанола в топливе по объему – 0–20%.

Увеличение степени рециркуляции во всем рассматриваемом диапазоне значений содержания бутанола в смеси приводит к падению удельного выброса оксидов азота, при этом удельный индикаторный расход топлива растёт.

При использовании дизельного топлива со степенью рециркуляции 11 и 22% удельные выбросы оксидов азота снижаются на 9,3 и 19,9%, при использовании 20% смеси – на 11,1 и 21,8%.

При степени рециркуляции 11 и 22% удельный индикаторный расход топлива увеличивается для 20% смеси на 6,8 и 15,6%.

Удельный индикаторный расход топлива 190,5 г/(кВт·ч) получается при применении дизельного топлива и 15% смеси со степенью рециркуляции 11 и 5,5% соответственно.

При применении рециркуляции максимальная температура цикла падает и тем больше, чем выше степень рециркуляции, как с использованием дизельного топлива, так и рассматриваемых смесей.

Дифференциальные характеристики выгорания топлива отличаются в зоне их максимальных значений. Наименьшие значения скорости выгорания топлива получаются при использовании рециркуляции отработавших газов.

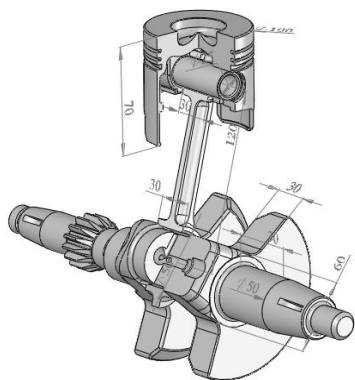
Изменение параметров рециркуляции отработавших газов при применении бутанолсодержащих топлив для получения требуемых показателей рабочего процесса зависит от содержания бутанола в топливе, режима работы двигателя, его регулировочных и конструктивных параметров. Если применение бутанолсодержащих топлив увеличивает выброс оксидов азота степень рециркуляции можно повысить для их снижения, и, наоборот, если уменьшает, то степень рециркуляции можно понизить для уменьшения расхода топлива.

Параметрическая модель КШМ одноцилиндрового двигателя

Предко А. В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в инженерной деятельности широко используются различные САД программы. Эти программные продукты по имеющимся данным помогают конструктору создать «макет», модель детали или механизма в пространстве. Имея такой трехмерный образ и анализируя поведение его при различных воздействиях извне, появляется возможность вскрыть скрытые дефекты и найти пути дальнейшего совершенствования конструкции исследуемого объекта. Появляется возможность виртуального корректирования конструкции детали для органичного вписывания ее в механизм, своевременного внесения важных изменений в сопутствующую документацию.



Твердотельная модель подвижных деталей КШМ

За время производства поршневых двигателей внутреннего сгорания накопился обширный статистический материал при обобщении которого получены эмпирические зависимости размеров основных деталей кривошипно-шатунного механизма от диаметра цилиндра и хода поршня. Эти зависимости положены в основу параметрической модели кривошипно-шатунного механизма одноцилиндрового дизельного двигателя.

Модель реализована в среде *SolidWorks*, эмпирические зависимости введены как уравнения, связывающие геометрические размеры деталей с диаметром и ходом поршня. Для управления моделью все параметры сведены в таблицы, редактирование которых возможно в *MS Excel*.

Модель может быть использована при проведении прочностных расчетов деталей кривошипно-шатунного механизма методом конечных элементов. При выявлении мест с напряжениями, превышающими допустимые, путем введения новых поправочных коэффициентов возможна корректировка модели.

Дальнейшая работа над моделью позволит создать продукт, который на некотором уровне ускорит процесс создания конструкторской документации при проектировании однотипных двигателей различных мощностей.

**Определение показателей движения городских автобусов,
работающих на традиционном и биодизельном топливах**

Ковбасенко С. В., Симоненко В. В.

Национальный транспортный университет, г. Киев

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) на сегодняшний день являются практически безальтернативными энергоустановками во многих отраслях человеческой деятельности, в том числе и на транспорте. Однако, именно чрезмерное потребление традиционного топлива в качестве источника питания для ДВС повлекло за собой ряд проблем, связанных с постепенным истощением мировых запасов нефти и катастрофическим загрязнением окружающей среды.

Огромную значимость при решении указанных проблем имеют работы, которые направлены на развитие альтернативной энергетики, в том числе и применение дизельного биотоплива из возобновляемого сырья.

В Национальном транспортном университете (Киев, Украина) была разработана методика определения рациональных эксплуатационных параметров движения городских автобусов, работающих на биодизеле, в предложенном городском ездовом цикле, учитывающем остановки для посадки-высадки пассажиров. Согласно исследованиям, при работе на биодизеле наиболее экономичной скоростью движения городского автобуса в обычном режиме является скорость в пределах 25–30 км/ч. При этом расход биодизеля возрастает до 12%, в сравнении с традиционным топливом, а расход биотоплива в тепловом эквиваленте практически не изменяется. Минимум выбросов оксида углерода достигается при скорости 20–30 км/ч, а углеводородов – при скорости 35...45 км/ч. Минимальное количество оксидов азота наблюдается при скорости движения автобуса, близкой к 30 км/ч. При большей скорости резко возрастают выбросы сажи с отработавшими газами дизеля. Минимум суммарных массовых выбросов вредных веществ, приведенных к выбросам оксида углерода, отвечает диапазону скоростей 20–30 км/ч, то есть близкому к экономичной скорости движения.

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение топливной экономичности и экологических показателей автобуса, работающего на биодизеле в магистральном цикле.

Эффективность применение водородосодержащего газа в двигателях с искровой системой зажигания и различными системами питания

Корпач А. А., Филоненко А. Д.

Национальный транспортный университет, г.Киев

Повышение топливной экономичности и уменьшение количества вредных выбросов являются основными задачами для автомобильной науки по всему миру. Благодаря этому разработаны различные типы двигателей с искровым зажиганием, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Наиболее популярными и практичными остаются четырехтактные двигатели с инжекторной или карбюраторной системой питания.

Практически доказано - лучшая эффективность работы первых. Карбюраторные же двигатели остаются популярными на мототранспорте и мелкой сельскохозяйственной технике. В связи с этих вопрос повышения их топливной экономичности и улучшения показателей токсичности всё еще остается актуальным.

Испытания, которые проводятся в Национальном транспортном университете (Киев, Украина), направлены на изучение улучшения эффективности работы двигателей с искровой системой зажигания и различными системами питания. благодаря использованию добавок водородосодержащего газа к воздушному заряду.

В качестве объектов исследований были выбраны двигатели с карбюраторной системой питания (MeM3-245) и системой распределённого впрыска (Opel C30NE). Были проведены испытания двигателей в различных режимах работы. В ходе испытаний использовались планы факторных экспериментов для работы двигателей, как режимах холостого хода, так и в различных нагрузочных режимах. По результатам испытаний следует отметить, что добавление водородосодержащего газа к воздушному заряду имело положительное влияние на повышение топливной экономичности обоих типов двигателей. Так же уменьшились концентрации вредных веществ в отработавших газах. Установлено, что величина эффективной добавки водородосодержащего газа для двигателей с карбюраторной системой питания, выше нежели для двигателей с инжекторной системой. В то же время и эффективность его работы тоже выше. Применение водородосодержащего газа в двигателях с карбюраторной системой питания позволяет достичь топливной экономичности на уровне ДВС с впрыском топлива.

Моделирование рабочего процесса газодизельного двигателя

Вершина Г. А., Быстренков О. С.

Белорусский национальный технический университет

Важнейшими требованиями к двигателям являются: достижение высокой топливной экономичности, удовлетворение растущих экологических требований, таких, как малая токсичность выбросов и их уровень; рост надежности, компактности, снижение материалоемкости, массы, шумности, трудоемкости изготовления и эксплуатации. Ожидается, что в будущем многомерное численное моделирование процесса сгорания будет играть все более важную роль в развитии двигателя. В связи с этим проведен анализ методик и программ расчета рабочего процесса двигателя, разработана методика расчета рабочего процесса газодизельного двигателя. Проведено расчетное исследование по разработанной методике. Установлено влияние величины запальной порции дизельного топлива на эффективные, экономические и экологические показатели работы двигателя. При разработке модели рабочего процесса газодизельного двигателя за основу была взята модель Гриневецкого-Мазинга. Величина запальной порции дизельного топлива учитывалась при расчете теоретически необходимого количества воздуха (кмоль) для сгорания 1 кг смеси жидкого и газового топлива:

$$L_0 = qL_0^{жк} + (1-q)L_0^g,$$

где q – величина запальной порции дизельного топлива, %; $L_0, L_0^{жк}, L_0^g$ – теоретически необходимого количества воздуха (кмоль) для сгорания 1 кг смеси жидкого и газового топлива, жидкого топлива, газового топлива соответственно, а также для определения количества продуктов сгорания и нижней теплоты сгорания смеси жидкого и газового топлива.

Применение методики расчета Гриневецкого-Мазинга в совокупности с методикой расчета равновесной концентрации продуктов сгорания позволяет определить влияние различных конструктивных параметров двигателя на эффективные, экономические и экологические показатели. Методика расчета равновесного состава продуктов сгорания предназначена для расчета концентраций 11 равновесных продуктов сгорания смесей паров топлива с воздухом при известных значениях коэффициента избытка воздуха, температуры и давления. По мере увеличения запальной порции дизельного топлива (доли замещения газового топлива дизельным) наблюдается некоторое снижение мощности и крутящего момента двигателя. Происходит это вследствие того, что дизельное топливо обладает меньшим значением нижней теплоты сгорания, чем газовое топливо, что в свою очередь приводит к снижению максимальных температуры T_Z и давления P_Z сгорания.

О применении тепловой энергии двигателей внутреннего сгорания

Ивандиков М. П.

Белорусский национальный технический университет

Двигатель внутреннего сгорания является источником энергии для мобильных транспортных средств. Более 40% тепловой энергии преобразуется в механическую энергию. Много внимания уделяется утилизации тепловых потерь, т. е. преобразованию теплоты в механическую, электрическую и гидравлическую энергии.

Однако в автотракторной технике, коммунальных машинах имеется потребность в применении самой тепловой энергии. Существуют различные конструкции тепловой подготовки ДВС, подгрева дизельного топлива, гидропривода.

Энергия выхлопных газов ДВС получила широкое применение в тепловой подготовке салона, кабины и кузова машин.

Известны технические устройства прогрева гидробака коммунальных машин, в которых поток отработавших газов заслонкой направляется к теплообменнику, расположенному в гидробаке гидросистемы машины.

Возможно использовать отработавшие газы для привода вентилятора системы охлаждения. При больших нагрузках двигателя отработавшие газы имеют наиболее высокую температуру, а двигатель нуждается в интенсивном охлаждении. Поэтому использование турбины, работающей на отработавших газах для привода вентилятора системы охлаждения, весьма целесообразно и в настоящее время начинает находить применение. Такой привод может автоматически регулировать охлаждение, хотя это достаточно дорого.

Более дешевым с точки зрения стоимости можно считать эжекционное охлаждение. Отработавшие газы втягивают из эжектора охлаждающий воздух, который смешивается с ними и отводится в атмосферу. Такое устройство дешево и надежно, так как не имеет никаких движущихся деталей.

Эжекционное охлаждение было применено в гоночных автомобилях «Татра» и в некоторых специализированных автомобилях. Недостатком системы является высокий уровень шума, так как отработавшие газы непосредственно подводить в эжектор, а расположение глушителя шума за ним вызывает трудности.

Наиболее полно возможно утилизировать тепловые потери ДВС в стационарных установках и судовых двигателях.

Возможность исследования процессов прогрева автомобильного двигателя в условиях эксплуатации

Кухтик Н. А.

Национальный транспортный университет, г. Киев

Для контроля состояния процессов прогрева автомобильного двигателя необходима фиксация многих параметров работы двигателя. Параметры необходимо исследовать как при работе двигателя на холостом ходу так и при движении автомобиля. Современные двигатели легковых автомобилей с системой впрыска топлива и электронным блоком управления комплектуются диагностическими разъемами протокола OBD II.

Стандарт OBD II регламентирует обязательный минимум параметров, вывод которых должен поддерживаться блоком управления. Исходя из этого можно в реальном времени получить информацию о температуре охлаждающей жидкости, температуре всасываемого воздуха, абсолютном давлении во впускном коллекторе, относительном положении дроссельной заслонки, угле опережения зажигания, частоте вращения коленчатого вала, скорости автомобиля. Использование блока вывода информации ELM-327 совместно с программным обеспечением Torque Pro позволяет также получать информацию о часовом расходе топлива (л/час) или линейном расходе топлива (л/100 км). Наибольшая скорость обновления информации, доступная для этого протокола – не более десяти раз в секунду.

Для исследования токсичности отработавших газов или эффективности работы нейтрализатора обязательным является дооборудование места исследователя газоанализатором, которые на данный момент доступны в компактном исполнении и могут быть запитаны от электросети автомобиля.

Таким образом, при использовании современного оборудования экспериментальные исследования автомобилей возможно проводить не только на специальных стационарных постах, но и при движении автомобиля в реальных дорожных условиях.

Повышение топливной экономичности и экологических показателей ДВС путем термоэлектрической утилизации теплоты отработавших газов

Цюман Н. П., Артеменко Р. В., Садовник И. И.
Национальный транспортный университет, г. Киев

Эффективность работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в значительной степени определяется его способностью превращать энергию, внесенную с топливом, в полезную работу.

Качество преобразования энергии топлива в полезную работу можно оценить путем определения составляющих теплового баланса, которые описывают распределение тепловой энергии в двигателе. Для повышения эффективности использования энергии топлива, на современном этапе развития двигателей актуальна утилизация теплоты, отводимой в окружающую среду. Вместе с тем, без количественной оценки составляющих теплового баланса автомобильного двигателя в различных его эксплуатационных режимах, невозможно обосновать общую концепцию и конструктивную реализацию системы утилизации теплоты ДВС.

Термоэлектрическая утилизация неиспользованной тепловой энергии ДВС является эффективным способом, позволяющим одновременно снизить тепловые потери ДВС и обеспечить получение дополнительной электрической энергии для обеспечения функционирования подсистем энергоустановки или для использования электроэнергии для улучшения рабочего процесса ДВС.

Анализ полученных при экспериментальных исследованиях данных, позволяет отметить, что термоэлектрическая утилизация тепловой энергии ВГ может существенно улучшить топливную экономичность, а также и экологические показатели двигателя, особенно в режиме холостого хода. Такие показатели вызваны тем, что доля мощности, отбираемой от двигателя системами обеспечения работы двигателя, является весьма значительной. Таким образом, обеспечение функционирования этих систем с использованием термоэлектрических элементов позволяет более эффективно использовать энергию топлива и избежать снижения эффективности использования энергии двигателя потерями в различных дополнительных устройствах.

Техническая эксплуатация автомобилей

Анализ простоев автобусов МАЗ от повреждения шин

Поклад Л. Н., Лагун Е. А.

Белорусский национальный технический университет

Исследования производились в Автобусном парке-2 г. Минск. В данном предприятии особое внимание уделяется организации учета по использованию шин. Для этих целей разработана компьютерная программа АКВ, которая позволяет анализировать карточки учета использования шин, причины их снятия с эксплуатации, приводящие к простоям автобусам. По каждому автобусу можно определить техническое состояние шин, пробег с момента их установки, а также виды ремонтных воздействий над шинами.

Были проанализированы карточки учета использования шин по 80 автобусам МАЗ за период их эксплуатации с 2010 по 2015 год (таблица).

Таблица

Информация о простоях автобусов по причине технической
неисправности шин

Время простоев		Заявки на ремонт шин				Итого:
		подкачка шин	ремонт повреждений	замена шин	биение колеса	
Общее	ч.	64,1	4637,1	5779,2	208,3	10688,7
	%	0,6	43,4	54,1	1,9	100
Среднее, ч.		0,35	4,32	6,1	2,9	-
Удельное (приходящееся на 1 автобус за год), ч.		0,2	15,5	19,3	0,7	35,7

Анализ позволил получить информацию о простоях автобусов из-за повреждения шин, о причинах их выхода из эксплуатации (односторонний износ протектора до нитей корда – 10.5 %, вздутие по боковине – 13.8, механическое повреждение – 37.3, расслоение протектора – 10.4, трещины по боковине – 28.0). Большое количество механических повреждений свидетельствует о допущенных ошибках при вождении.

Также было выявлено, что 50.9% повреждений шин произошел в гарантийный период. Установлено, что после ремонта местных повреждений практически 100% шин прошли гарантийный срок. Это подтверждает целесообразность данных работ.

Особенности применения графов для анализа информационных потоков

Савлучинский В. В.

Белорусский национальный технический университет

Граф представляет собой совокупность точек с ключевыми событиями в информационном поле привязанными к временному ряду обыкновенного календарного года, которые соединены между собой линиями по логике прямой связи между событиями. Метод, который создает фундаментальную основу для сетевого планирования достаточно подробно описывается математической теорией графов.

Оптимизация графа производится многократно и последовательно: сначала по параметру «время», а затем по параметрам интенсивности информационных сообщений одной направленности. Интенсивности информационных сообщений одной направленности дают представление о важности информационной тенденции.

Графы позволяют сделать информацию предельно простой, исчерпывающей, динамичной и точной. Информация передаваемая сверху вниз и снизу вверх, должна содержать следующие основные сведения: состав информационных тенденций; содержание основных информационных потоков; предполагаемые изменения в информационном поле; изменения во взаимосвязях между событиями в топологии сети.

Особенностью при аналитической обработке информационных сообщений и построения диаграмм по событиям является необходимость корректного задания дат всех событий и определения принадлежности их к соответствующему информационному потоку. Это позволит осуществить автоматизированную обработку большого объема информационных сообщений, присутствующих в эфире.

Благодаря четкому разграничению на фиксированные информационные тенденции достаточно организовать работу операторов по разграниченным информационным направлениям, которые просматривая сообщения, будут присваивать им стандартизированные реквизиты, а средства программного обеспечения будут автоматически рассчитывать интенсивности информационных сообщений одной направленности зафиксированных в информационном поле. Это позволит своевременно выявить новую информационную тенденцию, осуществить аналитическую обработку информационных сообщений не расплывая ресурсы работы операторов на случайный поиск информации.

**Реновация поверхностей шеек валов газотермическим напылением
в комбинации с компрессионно-механической обработкой**

Ивашко В. С., Буйкус К. В., Изоитко В. М.

Белорусский национальный технический университет

Наиболее распространенным методом восстановления и повышения износостойкости шеек валов и осей является нанесение антифрикционных покрытий газотермическим напылением (плазменное, газопламенное, электродуговое).

Однако газотермические покрытия обладают рядом недостатков: недостаточная адгезионная прочность с основой и высокие остаточные растягивающие напряжения, что сильно влияет на работу покрытия при значительных знакопеременных нагрузках.

Устраняются указанные недостатки путем упрочнения покрытий либо в процессе напыления, либо после него различными энергетическими воздействиями (термообработка, оплавление, электромеханическая обработка и т. д.).

Нами предлагается послойная компрессионно-механическая обработка покрытий в процессе напыления. Это позволяет повысить адгезию и когезию, создать сжимающие остаточные напряжения, активировать основание для последующего слоя покрытия и получить более плотное покрытие.

Сущность способа заключается в послойной обкатывании напыленного покрытия прижимным роликом, на поверхности которого закреплены радиальные иглы клиновидной формы с углом заточки острия около 5° . Иглы совершают колебательные движения относительно своих посадочных мест на ролике.

В результате действия деформирующей силы покрытие, находящееся в нагретом состоянии, уплотняется за счет закрытия пор.

Вместе с тем, иглы создают в поверхностном слое покрытия углубления, которые улучшают когезионную прочность покрытия за счет повышения площади (развитости) активной поверхности.

Поверхностная пластическая деформация слоев покрытия за счет создания напряжений сжатия (наклепа) способствует повышению микротвердости и износостойкости.

В процессе перемещения иглы царапают напыленный слой и тем самым активируют его под нанесение последующего, что также способствует повышению когезионной и адгезионной прочности.

Структурообразование никельхромовых покрытий в зависимости от режимов газотермического напыления

Ивашко В. С., Буйкус К. В., Изоитко В. М.

Белорусский национальный технический университет

В качестве управляемых режимных параметров процесса напыления и оплавления никельхромовых покрытий были приняты объемные расходы ацетилен и кислорода, дистанция напыления и время оплавления.

Оплавление проводилось газопламенной горелкой, охлаждение на воздухе. В результате в поперечном сечении на микроструктуре выделяются: 1 – оплавленное покрытие; 2 – приграничная зона покрытия – прослойка твердого раствора элементов в никеле (относится к покрытию); 3 – верхний слой основного металла, обогащенный углеродом; 4 – основа.

Обнаружено, что с увеличением времени оплавления покрытия глубина зоны проплавления растет, причем форма зависимости имеет вид, характерный для кривых, описывающих диффузионные процессы.

Охлаждение оплавленного никельхромового покрытия на воздухе приводит к образованию в приграничной зоне основы сплошной прослойки.

В процессе оплавления происходит расплавление металла основы и выравнивание рельефа границы между покрытием и основой.

Металлографический анализ никельхромовых покрытий показал, что в исследуемом диапазоне режимов напыления и оплавления наблюдаются определенные структуры покрытия. Идентифицировав структуры по величине пористости и размерам пор, несплошности переходной границы, мы выделили три характерные структуры, назвав их типами I, II и III.

Структура тип I без сплавления основы и покрытия характеризуется четкой границей между покрытием и основой, толстой приграничной зоной покрытия.

Структура тип II со сплавлением основы и покрытия без перемешивания характеризуется плавным переходом от оплавленного покрытия к основе, тонкой приграничной зоной покрытия.

Структура тип III со сплавлением основы и покрытия с перемешиванием характеризуется широкой приграничной зоной покрытия, отсутствием верхнего слоя основного металла, обогащенного углеродом.

Таким образом, учитывая тот факт, что структура определяет свойства покрытия, то наилучшими свойствами обладают покрытия структуры типа II.

Особенности использования мотор-тестера при диагностировании современных систем автомобилей

Тиво Д. А., Савич Е. Л.

Белорусский национальный технический университет

Повсеместно существующие сканирующие приборы (сканеры) не всегда однозначно могут указывать неисправности автомобиля. В связи с этим целесообразно совместно со сканером использовать и мотор-тестер, расширенные возможности которого на примере FSA 500 исследованы на кафедре «Техническая эксплуатация автомобилей» БНТУ.

Мотор-тестер, на данный момент, представляет собой программно-аппаратный комплекс предназначенный для диагностики автомобильных двигателей, автоматических и роботизированных коробок передач, систем комфорта и безопасности, компонентов этих систем без их демонтажа.

Основой современного мотор-тестера является измерительный модуль и программное обеспечение, которое позволяет проводить быструю и точную диагностику.

Особую ценность мотор-тестера представляет возможность проверки каждого элемента системы управления в отдельности, непосредственно во время их работы.

Например, сигналы от приборов системы зажигания поступают в мотор-тестер от специальных датчиков. Чтобы не нарушать работу системы зажигания, для снятия сигнала от цепи вторичного напряжения применяют специальный накладной датчик емкостного типа.

Для первичной диагностики двигателя удобно использовать функцию измерения относительной компрессии, определяемой по амплитуде пульсаций тока, потребляемого стартером при прокрутке коленчатого вала во время запуска.

С помощью встроенного осциллографа и мультиметра можно проверять датчики системы управления автомобилем, исполнительные механизмы, генераторную установку, шины CAN.

С помощью мотор – тестера дополнительно можно определять: величину давления газов, например воздуха, при сжатии его в цилиндре (компрессия) или разряжение во впускном трубопроводе; давление жидкости, например топлива в системах топливоподачи.

Проведенные исследования показывают, что для достоверности постановки диагноза при определении неисправностей электронных систем управления автомобилем недостаточно наличие только сканера и дополнительно требуется использование мотор-тестер.

Разработка стенда и способа для диагностирования роботизированных коробок передач DSG

Гурский А. С., Серебряков И. А.

Белорусский национальный технический университет

Важность КПД и приемистости работы коробки передач ставится в один ряд с основными показателями двигателя. Безотказность работы коробки передач сильно зависит от качества проводимого диагностирования, позволяющего выявлять неисправности не доводя агрегат до выхода его из строя.

Авторами был разработан и испытан стенд для диагностирования коробок передач.

Стенд состоит из рамы, переходной плиты для установки приводного электродвигателя, гидравлической части для подвода давления масла к блоку Mechatronic от внешнего насоса, и электрической части для управления коробкой передач. Электрическая часть стенда позволяет проводить диагностирование снятой с автомобиля коробки передач путем ручного моделирования управляющих сигналов на исполнительные элементы блока управления коробкой передач.

Разработанный стенд для диагностирования роботизированных коробок передач позволяет проводить диагностирование и испытание работоспособности как коробки передач в целом, так и отдельных её элементов. В дополнение к диагностической функции стенд представляет собой учебное пособие и может служить для наглядного представления принципа функционирования роботизированной коробки передач.

Стенд имеет собственные датчики частоты вращения валов. Зная передаточные числа каждой передачи, можно удостовериться как в правильности выбора передачи блоком управления, так и в плавности переключения передач.

На стенде также представляется возможным проводить оценку скорости срабатывания гидравлических клапанов. Данная проверка имеет как диагностическую, так и исследовательскую ценность, т.к. позволяет сравнить работу всех клапанов между собой и сделать заключение о пригодности их к дальнейшей эксплуатации, и в то же время исследовать различные варианты подачи питания на клапан для его более плавного или более резкого открытия с целью повлиять уже непосредственно на работу исполнительного механизма, за который этот клапан отвечает.

Шостак В. Г.

Белорусский национальный технический университет

Свойства АТ определяются техническим состоянием автомобилей и парков и от мер по обеспечению их работоспособности в процессе эксплуатации. Работоспособность автомобилей и парков обеспечивается системой технической эксплуатации автомобилей (ТЭА). ТЭА – это комплекс взаимосвязанных технических, экономических, организационных и социальных мероприятий, обеспечивающих: поддержание автомобильного парка машин в работоспособном состоянии, способном обеспечить выполнение задач автотранспортного предприятия (АТП); своевременную передачу службе перевозок или внешней клиентуре работоспособных автомобилей их количества в нужное время. Эффективность ТЭА обеспечивается инженерно – технической службой, которая реализует цели и задачи ТЭА, главная цель которой состоит в поддержании автомобилей в исправном состоянии. Исходя из цели основными задачами ТЭА – являются: своевременное обеспечение автомобилями и автомобильным имуществом; организация правильной эксплуатации; своевременное восстановление автомобильной техники; техническая, специальная подготовка водителей и других специалистов в интересах ТЭА; управление ТЭА.

С точки зрения системного подхода ее можно рассматривать как сложную организационно-техническую систему, включающую силы (управленческий персонал, водителей, обеспечивающий персонал), и средства (автомобили, мастерские технической помощи, технический персонал: специалисты ремонтники и т. д.).

Автомобили характеризуются большим многообразием типов и марок машин, которые отличаются предназначением и способами их использования. Запас ресурса и надежность работы машин – важнейшие условия для выполнения ими задач по предназначению.

Таким образом, раскрытие закономерностей изменения технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации, изучения методов и средств, направленных на поддержание автомобилей в исправном состоянии при экономном расходовании всех видов ресурсов позволит с наибольшей эффективностью использовать систему ТЭА. Такой подход позволит: научно обосновать работу системы ТЭА; оптимизировать работу системы с учетом выполняемых задач АТП, определить направления дальнейшего ее совершенствования.

**Повышение надежности образцов военной техники
за счет функций диагностики**

Шостак В. Г.

Белорусский национальный технический университет

Поддержание образцов вооружения и военной техники в состоянии, обеспечивающем выполнение задач по предназначению является основой боевой готовности Вооруженных сил Республики Беларусь. Главная задача при определении надежности образца вооружения и техники, согласно системы технического обслуживания и ремонта в ВС РБ, является техническое диагностирование. В дальнейшем оно будет определяющим при формировании комплекса работ по ТО и ТР, определении количества специалистов и необходимого перечня запасных частей на определенный интервал времени (планируемый период). Решение задачи позволит достоверно осуществлять текущее (до года) и перспективное (от года до пяти лет) планирование комплекса проводимых работ по техническому обслуживанию и ремонту, при этом зная реальный перечень необходимых запасных частей и расходных материалов на текущее и перспективное планирование.

Основу организации технологического процесса диагностирования составляет характеристика его управляющих функций. Управляющие функции диагностирования заключаются в регламентации контроля технического состояния образца военной автомобильной техники. В свою очередь регламентация контроля состоит в замене (для большинства агрегатов и механизмов автомобиля) существующей в настоящее время периодичности планово-предупредительного ТО или ремонта (с контролем или без контроля) периодичностью l_d планово-предупредительного диагностирования. Такая замена при условиях $C_p > C_d > C_n$ и $l_d < l_p$, где C_p , C_n , C_d – стоимость ремонта, профилактики и диагностирования, существенно уменьшит пропуск отказов и обеспечит заданный уровень надежности в образце военной автомобильной техники.

Периодичность диагностирования l_d должна устанавливается теми же методами, что и периодичность технического обслуживания. Контроль технического состояния влечет за собой изменение периодичности целого ряда операций обслуживания образцов, их группировку, а следовательно, и объемы видов технического обслуживания. Кроме того, при этом изменяются нормативы трудоемкости отдельных элементов технологических процессов технического обслуживания и ремонта.

Применение холодного сверхзвукового напыления для защиты деталей автомобилей

Протасевич В. А.

Белорусский национальный технический университет

Метод сверхзвукового «холодного» газодинамического напыления (ХГДН) основан на эффекте образования прочного металлического слоя при взаимодействии двухфазного сверхзвукового потока с поверхностью. Основой аппарата для напыления металлических порошков стали сверхзвуковое сопло и малогабаритный электрический нагреватель сжатого воздуха, способный доводить температуру потока до 500-600°C. Частицы порошка металла (или смеси металлов с корундом) находящиеся в твёрдом состоянии, ускоряются потоком сжатого воздуха до скоростей 400-700 м/с и направляются на подложку. При этом температура переносимых частиц как правило, не превышает 100°C. Этот метод лишен многих недостатков высокотемпературных плазменных методов и имеет следующие достоинства: частицы переносятся в «холодном» состоянии со скоростями переноса до 700 м/с; разогрев частиц происходит за счет преобразования кинетической энергии в тепловую в процессе взаимодействия с поверхностью, т. е. непосредственно при формировании покрытия; возможность получать покрытия, полностью адекватные по составу напыляемому порошку; отсутствие заметного термического воздействия на материал подложки, не приводящей к деформации изделия (температура подложки в процессе напыления не превышает 150⁰С); безопасность, экономичность и простота процесса. Технология обеспечивает напыление покрытий из Al, Zn, Pb, Ni, Cu, Co, Fe и их сплавов выполняющих различные функции при работе деталей машин (пары трения, системы катодной защиты, коррозионно- и эррозионно-стойкие покрытия), а также выполнение ремонтно-восстановительных работ (заделка трещин, проминов и др. дефектов в алюминиевых, стальных, чугунных и др. конструкциях), без разогрева восстанавливаемой детали до высоких температур. Пленки из алюминия и цинка защищают поверхности от коррозии лучше, чем лакокрасочные и многие другие металлические покрытия, а в комбинации с ними значительно повышают коррозионную стойкость деталей. Последние разработки конструкторов для газодинамического нанесения покрытий из порошковых материалов значительно повысили производительность установки и позволяют обрабатывать большие поверхности кузовных элементов автомобилей, а также защищать такие уязвимые элементы, как сварные швы. С помощью напыления цинка или алюминия удастся остановить коррозию в местах ее появления.

Протасевич В. А.

Белорусский национальный технический университет

Наиболее часто в промышленной практике применяется для термообработки водные и масляные охлаждающие среды. В момент погружения нагретого до высокой температуры твердого тела в жидкую охлаждающую среду на поверхности контакта возникает паровая оболочка снижающая скорость охлаждения. В это время коэффициент теплопередачи сохраняется на почти неизменном уровне. Повышение теплопередачи имеет целью предупредить диффузионные превращения переохлажденного аустенита, т.е. получить преимущественно мартенситную структуру или по крайней мере структуру нижнего бейнита. Нами проведены исследования технологии импульсного охлаждения водополимерными жидкостями под давлением. Особенностью данного метода является возможность получения высоких физико-механических свойств сталей пониженной прокаливаемости, благодаря использованию в качестве закалочной среды быстродвижущегося под давлением потока охлаждающей водополимерной жидкости. При этом происходит выборочное закалывание, паровая рубашка при таком виде закалывания не образуется, чем обусловлено более интенсивное охлаждение детали, экологическая чистота процесса термической обработки при обеспечении в макроструктуре упрочняемой детали оптимального распределения свойств по сечению с поверхностными слоями повышенной твердости.

Для разрабатываемой технологии термообработки деталей хорошо зарекомендовал себя 5% водный раствор кальцинированной соды (Na_2CO_3), соответствующий следующим требованиям: дешевизна, отсутствие коррозии деталей после закалки, долговечность и экологическая безопасность при использовании. При этом формируется оптимальная структура упрочненных деталей: при высокой твердости рабочих поверхностей и вязкой сердцевине отсутствует трещинообразование. Таким образом перспективным направлением совершенствования закалочных технологий является переход от традиционных закалочных сред (вода и нефтяные масла) к современным синтетическим водополимерным закалочным средам с использованием технологии импульсного охлаждения, повышающей качество упрочняющей термической обработки и обеспечивающей повышение ресурса быстроизнашивающимся деталям автомобильной техники.

Применение вакуумно-плазменных покрытий в упрочнении и восстановлении деталей автотранспортных средств

Лойко В. А.

Белорусский национальный технический университет

Процесс вакуумно-плазменного покрытия деталей автотранспортных средств включает три стадии:

– перевод приповерхностных слоев расходуемого электрода (катода, изготовленного из материала основы покрытия) посредством вакуумно-дугового разряда из твердого состояния в ионизированное паро-плазменное состояние.

– формирование паро-плазменного потока и перенос напыляемых частиц на поверхность детали.

– конденсацию (осаждение) частиц паро-плазменного потока на поверхности напыления и формирование слоя покрытия.

Первая стадия процесса обеспечивает испарение с регулируемой скоростью и ионизацию материала катода, изготовленного из материала покрытия, при этом конденсированная фаза в виде жидких или твердых частиц должна отсутствовать либо содержаться в минимальном количестве. На второй стадии формируется направленный к поверхности конденсации детали поток с максимальной пространственной плотностью частиц и степенью ионизации паровой фазы. Третья стадия характеризуется двумя конкурирующими процессами: конденсацией на поверхность и ее распылением вследствие бомбардировки заряженными частицами металла катода, преобладание одного из которых определяется теплофизическими характеристиками металлов основы и покрытия, углом падения частиц на поверхность конденсации и величиной потенциала, приложенного к ней, следовательно, величиной энергии конденсирующихся ионов металла.

Толщина вакуумно-плазменного покрытия от десятых долей до десятков микрометров, а микротвердость до 1,5-3,5 ГПа при адгезионной прочности, достигающей предела прочности материала детали на разрыв.

Основные применения вакуумно-плазменных покрытий для упрочнения и восстановления деталей автотранспортных средств:

– восстановление посадок и компенсация небольших износов линейных размеров охватываемых деталей, в том числе прецизионных.

– упрочнение деталей и декорирование поверхностей;

– защита от износа и коррозии поверхностей ответственных деталей.

Основы прогнозирования показателей надежности машин

Богданова О. И., Глухонец О. А., Мороз Н. Н.
Национальный транспортный университет, г. Киев

Прогнозирование с оптимизацией показателей машин возможно при следующей логической последовательности: процессы изменения параметров состояния – отказы составных частей – ремонт и техническое обслуживание машины – определение стоимостных характеристик ремонта и технического обслуживания машины – выдача прогнозируемых показателей. При этом, в первую очередь, необходимо располагать функциями изменения параметров технического состояния машин.

Изменение параметров состояния элементов машин происходит случайно. Последствия изменения параметров наблюдаются в виде отказа или предупредительного восстановления (замены) элемента, также носящих вероятностный характер. Поэтому каждый элемент машин имеет вероятности отказа, предупредительной замены (регулировки) и среднего ресурса. Эти характеристики зависят от управляющих показателей.

Экономическая оценка вероятностей отказа и предупредительных операций состоит в установлении издержек по устранению последствий отказа, проведению предупредительных замен, регулировок и проверки элемента (диагностирование, дефектация). Сумма издержек, связанных с устранением последствий потери работоспособности всей машины или ее основных агрегатов и с предупредительными операциями, определяет стоимостную характеристику ремонта машины или ее агрегатов. При прогнозировании показателей технического состояния машин учитывают все категории восстановительных операций.

Во всех случаях, кроме случая капитального ремонта, преобладают восстановительные операции, не требующие большой трудоемкости.

Таким образом, используют два метода прогнозирования: по среднему статистическому изменению параметра элемента, отличающегося небольшой трудоемкостью восстановления, и по конкретной реализации изменения параметра элемента, отказ которого определяет ремонт агрегата или машины.

Моделирование процесса изменение толщины смазочного слоя в локальном контакте трения

Глухонец А. А.

Национальный транспортный университет, г. Киев

Метод наименьших квадратов является одним из основных методов определения параметров регрессионных уравнений.

Суть данного метода заключается в нахождении параметров модели, при которых сумма квадратов отклонений эмпирических (фактических) значений результирующего признака от теоретических, полученных по выбранному уравнению регрессии, является минимальной, то есть:

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i^p - y_i)^2 = \sum_i (y_i^p - a_0 - a_1 x)^2 \rightarrow \min.$$

где y_i^p – значение, вычисленное по уравнению регрессии; $(y_i^p - y_i)$ – отклонение ε (погрешность, остаток); n – количество пар выходных данных.

Общий вид многофакторной модели (Y):

$$Y = a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_{1,2} \cdot x_1 \cdot x_2 + a_{1,3} \cdot x_1 \cdot x_3 + \\ + a_{2,3} \cdot x_2 \cdot x_3 + a_{1,1} \cdot x_1^2 + a_{2,2} \cdot x_2^2 + a_{3,3} \cdot x_3^2.$$

где $a_1 \dots a_n$ – коэффициенты регрессии, x_1, x_2, x_3 – независимые переменные факторы, определяющие условия существования исследовательской системы.

На основе метода наименьших квадратов было получено модель:

$$Hd(N, n, t) = 0.0012 \cdot N - 609.058 \cdot FT(n) + 0.0667 \cdot t - 1.647 \cdot N \cdot FT(n) + \\ + 0.00002 \cdot N \cdot t - 0.3856 \cdot FT(n) \cdot t + 0.00017 \cdot N^2 + 55911.25 \cdot FT(n)^2 - 0.00073 \cdot t^2$$

где Hd – настоящая толщина $h_d \cdot 10^{-6}$; N – нагрузка в точке контакта; t – температура; FT(n(m)) – функция коэффициентов трения в зависимости от числа оборотов.

Адекватность модели проверялась по критерию Фишера.

Вычисленные значения коэффициентов корреляции равны 0,985, что свидетельствует о высоком уровне связи между экспериментальными значениями выходной переменной и значениями, полученными в результате моделирования системы. Значение относительной погрешности при расчете по моделям не превышает 5%.

Графический метод анализа уравнения регрессии – универсальный, к тому же для него разработаны специальные компьютерные программы, например, программа «MathCad».

Анализ конструкций топливных расходомеров для использования их на автомобильном транспорте

¹Ильченко А. В., ¹Можаровский Н. М., ²Багинский А. А.
¹Житомирский государственный технологический университет
²Испытательная лаборатория ТОО «Вэлтест»

Измерение расхода топлива и, следовательно, его снижение является важным моментом энергосбережения на автомобильном транспорте.

Установка на автомобиле расходомера топлива позволит отслеживать его расход в режиме реального времени. Однако, в этом случае к расходомерам должны выдвигаться специфические требования. Среди них: повышенная точность измерения, учет физических свойств топлива, высокие показатели надежности и долговечности, возможность измерения расходов топлив разной вязкости, быстроедействие, широкий диапазон измерений.

Проведенный авторами анализ существующих конструкций расходомеров разного принципа действия показал невозможность использования расходомеров электромагнитного принципа действия, акустических, концентрационных и оптических расходомеров из-за сложности их конструкции, низкой надежности и малого диапазона измерений расходов, даже при их высокой точности и быстродействии, невозможность использования камерных, вихревых и расходомеров переменного перепада давления из-за чувствительности к вибрациям и колебаниям, а также низкого быстрогодействия.

Наиболее близкими для использования оказались характеристики тепловых и тахометрических расходомеров. Однако, тахометрические расходомеры имеют недостатки: низкая точность при измерении расходов вязких топлив и ее снижение при длительной эксплуатации.

И только тепловые расходомеры обладают необходимой для автотранспорта точностью измерения, высоким быстродействием, независимостью показаний от вязкости топлива, высокой надежностью, однако отличаются повышенной сложностью конструкции.

На кафедре «Автомобилей и транспортных технологий» ЖГТУ разработан тепловой расходомер повышенной точности измерений, что достигается установкой обоснованного для расходов топлива автомобиля количества преобразователей тепла, введением в схемное решение блоков вычитания, логарифмирования и линейной аппроксимации.

Судостроение и гидравлика

Разработка математической модели для анализа процесса сферодвижной штамповки конического зубчатого колеса

Качанов И. В., Кудин М. В., Шаталов И. М.

Белорусский национальный технический университет

Разработка математической модели сферодвижной штамповки конического зубчатого колеса включала в себя несколько этапов:

1. Определение напряжено-деформированного состояния заготовки в процессе сферодвижной штамповки;
2. Определение нормальных напряжений в зоне деформации;
3. Механизм взаимодействия заготовки с пуансоном;
4. Определение скручивающего момента при сферодвижной штамповке.

Изучение напряженно-деформированного состояния упрощалось путем разделения процесса на две части: фазу вдавливания и фазу обкатывания. Распределение интенсивности деформации по сечению раскатанных заготовок практически не зависит от механических свойств материалов. Зона максимальной степени деформации расположена на расстоянии $r \approx d_0/2$ от оси заготовки, где d_0 – диаметр заготовки. Степень деформации уменьшается по направлению к наружной поверхности заготовки. Анализ полученных зависимостей позволяет сделать вывод, что основными факторами, определяющими форму и размер площади пятна контакта (очаг деформации) при штамповке обматыванием, являются угол обкатки γ , величина подачи S , радиус заготовки R .

Моменту сил на площадке контакта заготовки с матрицей противодействует момент сил взаимодействия противоположного торца заготовки с обкатывающим пуансоном. Если по противоположному торцу заготовки перекачивается пуансон, то сила взаимодействия пуансона с заготовкой сосредоточена на узкой полоске контакта. Анализ сил и моментов при сферодвижной штамповке дает основания для вывода, что реакция равнодействующего технологического усилия P_p приложенная эксцентрично на плече ρ создает скручивающий момент $M_{СК}$, который и вызывает закручивание части заготовки. Скручивающие деформаций не желательны, например, при формировании конструктивных элементов в виде ребер или выступов на боковой поверхности, как в случае формообразования зубьев конических колес.

**Исследование колебательного движения штамповочного
инструмента при сферодвижной штамповке
конического зубчатого колеса**

Качанов И. В., Кудин М. В. Ленкевич С. А., Шаталов И. М.,
Кособуцкий А. А.

Белорусский национальный технический университет

Расцентровка и дисбаланс являются самыми распространенными видами дефектов, основными источниками разрушающей низкочастотной вибрации. Поэтому, при возникновении проблем в технологическом процессе сферодвижной штамповки, важной составляющей является диагностика оборудования. Данную процедуру можно выполнить с помощью виброанализатора, который регистрирует такие параметры как виброскорость, частота и амплитуда синусоидальных колебаний механизмов и узлов машины.

Исследования проводились с помощью виброанализатора СД-21. Он разработан для оценки и прогноза состояния вращающегося оборудования по вибрации, а также для измерения и анализа других видов сигналов, преобразованных в электрические. С помощью входящих в комплект виброанализатора датчиков проводились исследования колебательного движения сферодвижной головки (пуансона), вращающейся с различной частотой и результаты фиксировались в виде графиков.

При частоте вращения – 75 об/мин наблюдается значительное снижение вибровозмущений. Они наблюдаются в моменты полупериода и периода колебаний. Также происходит возрастание амплитуды и уменьшение периода колебаний.

При увеличении частоты вращения до 100 об/мин вибровозмущения наблюдаются в момент эффективного напряжения при приближении к пиковому значению амплитуды, а также продолжается возрастание амплитуды и уменьшение периода колебаний.

Исследования частоты вращения от 150 об/мин и вплоть до максимального значения сферодвижного пресса – 600 об/мин показали отсутствие вибровозмущений при колебательном движении. Также установлена зависимость: при увеличении частоты вращения происходит возрастание амплитуды и уменьшение периода колебаний по определенному закону.

Исходя из приведенных графиков можно сделать вывод о том, что штамповку, по возможности, следует осуществлять при наибольшей частоте вращения сферодвижной головки и не ниже 150 об/мин.

УДК 621.771.011

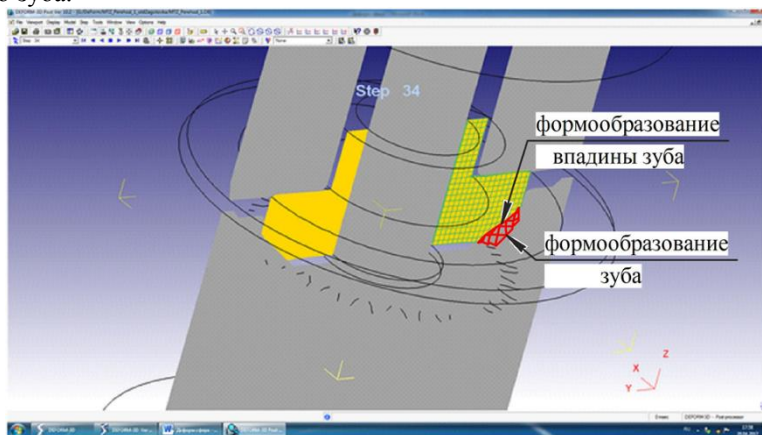
Компьютерное моделирование с использованием 3-D Deform пластического течения материала при формировании зубьев конического колеса сферодвижной штамповкой

Ленкевич С. А., Власов В. В.

Белорусский национальный технический университет

В 3D-Deform наиболее удобным инструментом наблюдения за формоизменением является функция Flow Net (Лагранжева сетка). После активации данной функции запускается процедура нанесения и расчета сетки Лагранжа на заданную плоскость.

При формообразовании впадины зуба наблюдается закономерное перераспределение металла, когда вытесняемый металл перетекает во впадины зубчатого венца матрицы, формируя зубья конического колеса (рисунок). В результате наблюдается смещение координатной сетки из плоскости формообразования впадины зуба на контактную поверхность выдавливаемого зуба.



Характер перераспределения металла при формообразовании зуба
конического колеса

При последующей осадке заготовки формируется окончательная форма зубчатого венца. При этом по искажению ячеек координатной сетки видно, что очаг деформации располагается под плоскостью пуансона и его интенсивность убывает от внешнего торца конического зубчатого колеса к внутреннему, а течение металла направлено от центра к периферии. Объем металла, примыкающий к оправке матрицы деформируется незначительно.

**Обоснование конструкции модуля бесплотинной мини-ГЭС,
способной вырабатывать электроэнергию порядка 20 кВт
при средней скорости течения воды в реке менее 1 м/с**

Недбальский В. К.

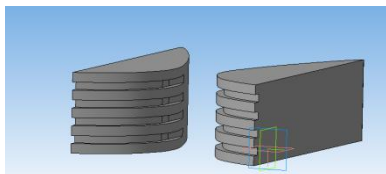
Белорусский национальный технический университет

Для Беларуси нецелесообразно повсеместно строить высоконапорные плотины, что приводит к затоплению больших территорий и ухудшению экологической обстановки.

Для успешного функционирования бесплотинной мини-ГЭС мощностью порядка 20 кВт необходимо обеспечить скорость течения воды на входе в гидроагрегат свыше 2,5 м/с. В статье, опубликованной в материалах 14 международной научно-практической конференции была предложена конструкция модуля бесплотинной мини-ГЭС, в которой увеличение скорости течения воды достигалось, путем уменьшения глубины дна рядом с гидроагрегатом.

Целью настоящей работы является определения минимального сопротивления давления канала гидроагрегата, ограниченного обводами понтонов. За эталон формы обводов понтонов был принят профиль руля типа НАСА, имеющий минимальное сопротивление при умеренных скоростях.

С целью увеличения мощности потока воды в канале, ограниченном моделями понтонов с профилированными поверхностями, было проведено продольное оребрение профилированных поверхностей (рисунок).



Модель понтонов с продольным оребрением

На профилированных поверхностях выполнены прямоугольные каналы глубиной-10 мм и шириной -10 мм, на расстоянии -10 мм друг от друга. Если расход при течении воды в канале, ограниченном профилированными плоскостями был равен -2,7л/с, то при течении в канале, ограниченном профилированными плоскостями с продольным оребрением, составил -3,27л/с, при том же напоре-100 мм, т. е. увеличился на 19%.

На основании проведенных исследований предложена конструкция модуля бесплотинной мини-ГЭС, способной вырабатывать электроэнергию порядка 20 кВт при средней скорости течения воды в гидростворе реки Птичь 0,7 м/с.

Использование единого рабочего тела в качестве газомоторного топлива и хладагента

Ключников В. А.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе рассмотрены вопросы экономии топлива за счет применения единого рабочего тела, как газомоторного топлива, так и хладагента. Известны предложения по использованию, в качестве такого рабочего тела, сжиженных газов. Однако сжиженные газы имеют очень низкую теплоту испарения, что значительно снижает хладоресурс рабочего тела в холодильной установке с разомкнутым циклом и приводит, в конечном итоге, к применению парокompрессионной холодильной машины и как следствие, к увеличению расхода топлива. В рассматриваемой работе, в качестве рабочего тела, предлагается использовать два компонента. Первый компонент (сжиженный газ, например пропан) имеет высокую теплоту сгорания, но довольно низкую теплоту испарения. У второго компонента теплота испарения в три раза больше чем у первого, но теплота сгорания в два раза меньше. Таким образом, основной составляющей газомоторного топлива является первый компонент, а второй компонент служит основным хладагентом. Разработана схема использования единого рабочего тела в качестве газомоторного топлива и хладагента. Одним из основных элементов в этой схеме является холодильная установка, работающая по разомкнутому циклу. Компоненты рабочего тела под давлением насыщенных паров поступают в холодильную установку, в которой после дросселирования в жидком состоянии направляются в теплообменники (испарители), в которых вырабатывают свой хладоресурс. После теплообменников компоненты в газообразном состоянии направляются в регенеративные теплообменники, в которых происходит их подогрев за счет охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания. Далее происходит смешивание газообразных компонентов в смесителе, из которого смесь компонентов подается в двигатель внутреннего сгорания (дизель). Предлагаемая схема не предусматривает затрат энергии для получения холода, как, например, при использовании парокompрессионной холодильной установки, вследствие чего достигается экономия топлива и повышается энергоэффективность всей системы в целом.

УДК 621.7.044

Результаты натурных испытаний экспериментальных биметаллических резцов для снятия асфальтобетонных покрытий на автодорогах Республики Беларусь

Качанов И. В., Рубченя А. А., Шаталов И. М.

В ходе проведенных исследований на кафедре «Кораблестроение и гидравлика» БНТУ была разработана экспериментальная, отечественная технология скоростного горячего выдавливания биметаллических дорожных резцов для снятия асфальтобетонного дорожного полотна.

В соответствии с инновационной отечественной технологией скоростного горячего выдавливания биметаллических дорожных резцов, разработанной на кафедре «Кораблестроение и гидравлика» БНТУ, были изготовлены экспериментальные образцы (13 штук) дорожных биметаллических резцов, которые в период с 15.08.2015 г. по 30.11.2017 г. прошли натурные испытания на участках дорог Республики Беларусь различной категории (рисунок).



Профрезерованный участок трассы Р31
Часть опытных образцов после испытаний (40X+BK8)

Общая длина профрезерованных участков дороги с использованием опытных резцов составила 2000 м.

Испытания показали, что опытный резец подвергся незначительному износу (менее 3% массы резца). Износ режущей кромки опытного резца составил 0,5 мм, что не превышает износа резцов фирмы Wirtgen, установленных на барабане дорожной фрезы и выполнивших аналогичный объем работ.

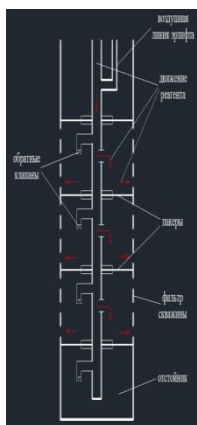
В заключении следует отметить, что натурные испытания биметаллических резцов, полученных инновационным отечественным методом скоростного горячего выдавливания, показали и доказали принципиальную возможность их применения в дорожных фрезах, снимающих асфальтобетонное покрытие на дорогах Республики Беларусь различных категорий.

Практическое использование технологии поинтервальной реагентной обработки фильтров водозаборных скважин

Кондратович А. Н.

Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь для целей водоснабжения населения и промышленности самое широкое применение находят водозаборные скважины. Одной из главных проблем, с которой сталкиваются в процессе эксплуатации скважин, является снижение их производительности вследствие процессов кольматации фильтра скважины и в призабойной зоне. Для восстановления дебита скважин разработаны различные методы, которые можно условно разделить на импульсные, реагентные и комбинированные. Наиболее широко применяемым реагентом для восстановления производительности скважин является 20%-я соляная кислота с добавлением дескама для защиты металлических частей фильтра от разрушения.



Скважины городских водозаборов оборудованы проволочными фильтрами длиной 15-21 м, что усложняет процесс их обработки реагентами, т.к., реагент из-за разности плотности с водой заполняет полость фильтра снизу вверх и уходит в призабойную зону, а верхняя часть фильтра остается необработанной. Нами была предложена схема поинтервальной обработки фильтра, при которой зона фильтра разделяется пакерами, а реагент подается через центральную трубу эрлифта во все отсеки одновременно, тем самым обрабатывается вся длина фильтра. Данная технология прошла успешные испытания на водозаборных скважинах УП «Минскводоканал» №38(в/з «Волма») и №38 (в/з «Водопой»). Было достигнуто увеличение удельного дебита соответственно в 2.33 и 2.65 раза по сравнению

с удельным дебитом до обработки. Реагентная обработка аналогичных скважин на в/з «Водопой» по безинтервальной схеме позволяла увеличить удельный дебит в 1.18-1.4 раза. Предложенная технология особенно успешно может применяться на скважинах, расположенных в поймах рек и озер, фильтры которых кольматируются более прочными и труднорастворимыми отложениями.

Особенности использования кавитационных роторных диспергаторов для получения тонкодисперсных водоугольных суспензий

Кулебякин В. В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время водоугольные суспензии (ВУС) - одна из оптимальных форм нового вида топлива - водоугольного топлива, успешно разрабатываемого во многих странах мира (Россия, Китай, Япония, Италия, США, Швеция, и др.). Водоугольные суспензии характеризуются следующими основными параметрами и технологическими признаками: гранулометрическим составом, в том числе максимальной крупностью угольных частиц в суспензии, массовой долей твердой фазы, зольностью угля в суспензии, реологическими характеристиками, наличием или отсутствием реагентопластификаторов, способностью сохранять свои свойства при хранении и транспортировании.

Дальнейшее развитие проблема синтеза углесодержащих топлив может получить в создании ВУС со сверхтонким измельчением частиц. Именно такие среды являются, на наш взгляд, псевдожидкими альтернативными топливами не только для теплоэлектростанций, но и для двигателей внутреннего сгорания. Их приготовление связано с наноразмерным измельчением угля и получением текучих и стабильных систем с высокими концентрацией твердой фазы и текучестью при пластифицировании химическими добавками. Наносуспензии могут обеспечить течение с высокой агрегативной устойчивостью без закупорки трубопроводов и распыливание водоугольных смесей при концентрации твердой фазы до 50-80 объемных %.

Для их получения был предложен способ трехстадийной обработки смеси угля и воды с использованием на последней стадии роторно-пульсационного аппарата, работающего в кавитационном режиме. Опытная реализация предложенной технологии на лабораторной установке показала, что полный технологический процесс обеспечивает приготовление водоугольной суспензии с содержанием частиц в диапазоне от 0,2 до 0,3 мкм. При этом получен интересный результат, заключающийся в том, что суспензия, приготовленная на первой стадии тонкого помола с массовой концентрацией 40%, содержала частицы угля в основном 0,5 мкм и 50 мкм, т.е. распределение частиц по размерам имело бимодальный характер. В случае же приготовления суспензии с массовой концентрацией угля 50% распределение частиц по размерам имело максимумы для величин 0,1 мкм, 0,6 мкм и 50 мкм.

О гидравлическом сопротивлении гофрированных трубопроводов

Кулебякин В. В.

Белорусский национальный технический университет

В сетях теплогазоснабжения, вентиляционных и различных системах обогрева весьма актуальна проблема компенсации напряжений, возникающих вследствие удлинения или сжатия стенок труб при изменении температуры теплоносителя. Современные технологии, позволяют производить в широком ассортименте гофрированные трубы, для которых вышеуказанной проблемы, очевидно, не существует. Однако обтекание гофр теплоносителем приводит к повышенному по сравнению с гладкостенным трубопроводом гидравлическому сопротивлению, что влияет на экономичность гидротранспортных систем. Практическое применение этих трубопроводов, таким образом, требует знания их гидравлических и теплообменных характеристик.

В данной работе выполнен сравнительный анализ собственных измерений коэффициентов гидравлического сопротивления для гофрированных труб с различной конфигурацией и расположением гофр на поверхности трубопроводов. Измерения были выполнены на участке промышленного трубопровода диаметром 630 мм, состоящего из труб, изготовленных по технологии, предложенной сотрудниками Института электросварки им. Е. О. Патона АН Украины; модельного трубопровода диаметром 125 мм, имитирующего конструкцию украинских ученых; двух модельных трубопроводах с одинаковым углом наклона гофр 70° к оси трубопровода диаметром 25 мм, но с различными формой гофр и их расположением вдоль стенки трубопровода. Кроме того измерения проведены на современных стандартных гофрированных трубопроводах с внутренним диаметром 39, 48, 60, 76, 98 и 109 мм, изготовленных из нержавеющей стали. Основным критерием гидромеханического подобия, в данной задаче полагалось число Re , численное значение которого изменялось в диапазоне $1 \cdot 10^4 < Re < 2 \cdot 10^6$. Измерения потерь давления на мерных участках исследуемых трубопроводов производились преобразователями разности давлений «Сапфир-22ДД», расход протекающей воды контролировался электромагнитными расходомерами ИР-51 и ИР-61.

Результаты гидравлических испытаний гофрированных трубопроводов показали, что во всем диапазоне исследованных параметров режим течения является развитым турбулентным, а величина коэффициента гидравлического сопротивления λ определяется прежде всего не конфигурацией гофр и их расположением на стенке трубопровода, а углом наклона гофр к его оси.

УДК 614.8

Обеспечение надежности гидротехнических сооружений и водной безопасности в Азербайджанской Республике

Самедов С. А., Стриганова М. Ю.

ГУО «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»

Реализация проектов по созданию новых водохранилищ и строительство каналов обеспечивает водную безопасность Азербайджана. В стране уделяется постоянное внимание этим вопросам, так как основные источники воды, питающие страну, формируются за пределами Азербайджана.

Тахтакерпюнское водохранилище и гидростанция – это новое гидротехническое сооружение, основой которого является земляная плотина с глиняным ядром. Ее высота составляет 142,5 метров. Это одна из наиболее высоких земляных плотин не только в регионе, но и в Европе. Располагается данное сооружение на высоте около 140 метров над долиной, где находится автодорога, линия электропередач и населенные пункты. При аварии на этом сооружении возможно затопление долины с расположенными зданиями и сооружениями, полное нарушение энергоснабжения, транспортного сообщения.

Основной целью становится оценка последствий гидродинамической аварии. Для ее реализации необходимо решить ряд задач: определить особенность сооружения, оценить инженерную обстановку при возможной гидродинамической аварии, предложить мероприятия для предотвращения чрезвычайной ситуации.

Экспериментальные исследования ствола пожарного ручного универсального комбинированного

Пармон В. В., Волчек Я. С., Морозов А. А., Шпаковский Е. А.
ГУО «Университет гражданской защиты Министерства
по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»

В работе представлены результаты экспериментальных исследований пожарного ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг» при подаче воды. Кроме того, были изучены эффективная дальность распыленной струи огнетушащего вещества и средняя интенсивность орошения. По итогам испытаний была составлена карта орошения для различных положений регулятора расхода, а также установлено, что фактические показатели превышают требуемые.

Сравнивались тактико-технические характеристики СПРУК 50/0,7 «Викинг» ($P = 400 \pm 50$ кПа, четвертое положение регулятора расхода), ствола Protek 360 ($P = 400 \pm 50$ кПа, четвертое (крайнее) положение регулятора расхода) и ствола РСК-50 ($P = 400 \pm 50$ кПа) [1].

Из полученных результатов следует, что у пожарного ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг» по сравнению со стволом РСК-50 средняя интенсивность орошения возрастает на 16 %. Следует отметить увеличение дальности распыленной струи на 9 % по сравнению со стволом РСК-50, а также эффективной дальности струи на 14 %. Важным преимуществом разработанного отечественно ствола является возможность подачи огнетушащего вещества в широком диапазоне расходов (от 0,7 до 5,0 л/с). Методика проведения экспериментальных исследований и развернутые результаты приведены в [2].

Волчек Я. С.

ГУО «Университет гражданской защиты Министерства
по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»

Уравнения гидродинамики реальных потоков обычно очень сложны (например, уравнения Навье-Стокса для однофазных потоков) из-за отсутствия возможности задания граничных условий на нестационарной поверхности раздела фаз. Поэтому на практике при составлении математических описаний обычно используют приближенные представления о внутренней структуре потоков. С одной стороны, это облегчает постановку граничных условий для уравнений, а с другой – позволяет наметить определенные экспериментальные исследования, необходимые для нахождения параметров уравнений движения потоков [1].

Исходя из представления математической модели элемента, описание явлений, характеризующих перенос и распределение нефтепродуктов по координатам и по времени и базирующихся на фундаментальных законах гидромеханики многокомпонентных многофазных систем, составляет основу модели. Учет реального распределения концентраций нефтепродуктов и связанных с ними свойств, например плотности, вязкости и т. д., по пространственным координатам водотока и во времени позволяет оценивать степень достижения равновесности массопереноса. Описание гидродинамической структуры потоков основано на модельных представлениях о гидродинамической обстановке, использующих ряд идеализированных типовых моделей.

В последние десятилетия для расчета турбулентных однофазных потоков стали широко применяться более глубокие по физическому содержанию дифференциальные модели. Данные модели включают в себя кроме уравнений для осредненных величин дополнительные дифференциальные уравнения переноса важнейших характеристик структуры турбулентности. Дифференциальные модели разделяют на однопараметрические, двухпараметрические и т. д. по количеству дополнительных к осредненным уравнениям [2].

Компоновочные решения применяемые при проектировании бамперных стволов

Пармон В. В., Стриганова М. Ю., Волчек Я. С., Федькович В. А.
ГУО «Университет гражданской защиты Министерства
по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»

Лафетные установки являются одним из самых распространенных и эффективных видов установок пожаротушения. Пожарные лафетные стволы необходимы для защиты: шаровых и цилиндрических резервуаров с горючими сжиженными газами, горючими и легковоспламеняющимися жидкостями на товарных, сырьевых и промежуточных складах; наружных взрывоопасных и пожароопасных установок в целях защиты оборудования и аппаратуры, содержащих горючие газы, горючие и легковоспламеняющиеся жидкости; сливоналивных железнодорожных эстакад и некоторых речных причалов; многих других объектов.

Особенно эффективными являются автоматизированные и управляемые дистанционно лафетные стволы, обладающие большим количеством преимуществ. Так, лафетные установки имеют возможность осуществлять адресную подачу тушащего вещества сканирующими струями и эффективно использовать огнетушащее вещество. Кроме того, лафетный ствол отличается электрической безопасностью от поражения током благодаря использованию соответствующих электродвигателей, имеет особые электрические приводы, предназначенные для каждой из плоскостей вращения. Высококачественные лафетные установки требуют минимального технического обслуживания, в случае необходимости пригодны к ремонту за счёт использования идентичных узлов перемещения ствола в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

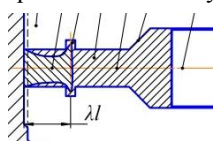
Бамперный **лафетный ствол** предназначен для формирования сплошных или распылённых водяных струй. Ствол также может распылять и струю пены, которая формируется воздушно-механическим способом и применяется для тушения возгораний. Высокий напор воды или пены из лафетного ствола делают установку чрезвычайно эффективным средством пожаротушения.

Технология скоростного горячего выдавливания биметаллического многоступенчатого инструмента

Власов В. В., Ленкевич С. А

Белорусский национальный технический университет

Современное развитие промышленного производства требует применения высокопроизводительных, энерго- и ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих получение готовой продукции с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. В этой связи большими потенциальными возможностями обладают техпроцессы, основанные на использовании высоких скоростей формирования. Такие процессы, к числу которых можно отнести и скоростное горячее выдавливание (далее – СГВ), создают эффективные условия для обработки малопластичных и труднодеформируемых материалов, широко используемых в различных отраслях промышленности, включая инструментальное производство. Эффективность СГВ дополнительно возрастает при изготовлении би-, триметаллического стержневого инструмента (толкателей, пуансонов, фрез, прошивников и т.д) в режиме высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО). В этом случае, наряду с экономией дорогостоящих инструментальных сталей (до 90%), обеспечивается дополнительное снижение трудовых и энергетических затрат на изготовление стержневого инструмента и происходит фиксация благоприятных изменений в микро- и тонкой структурах, вызванных высокой скоростью деформирования. Основная суть этой технологии заключается в том, что нагретую биметаллическую заготовку, состоящую из основной части 1 (сталь 40Х) и запрессованной в нее рабочей части 2 (высоколегированные штамповые стали ДИ23, 5ХНМ, 3Х2В8Ф и т.д) выдавливают с высокой скоростью в штампе с разъемными полуматрицами.



При этом в процессе скоростного выдавливания, в разъемных полуматрицах, происходит удлинение (вытяжка) двух сопрягаемых разнородных материалов, на λl , протекающие в условиях всестороннего неравномерного сжатия и сопровождаемое синхронным формированием ювенильных сопрягаемых поверхностей.

Отмеченное удлинение сопрягаемых поверхностей сопровождается разрушением окисных и жировых пленок, что обеспечивает при соответствующих температурно-скоростных режимах процесса формирования сварного соединения.

Инженерная и компьютерная графика

**Использование проектной деятельности в самостоятельной
подготовке студентов**

Банад С. В

Белорусский национальный технический университет

Применение метода проектов в процессе графической подготовки студентов является важной составляющей в формировании конкурентоспособного специалиста.

В процесс изучения курса «Инженерная графика» проектная деятельность позволяет студенту полностью охватить идею изготовления объекта – выполнение необходимых чертежей и их непосредственное использование на практике. Это повышает внимание и интерес к графическому образованию, заставляет быть более аккуратным и вдумчивым. Обучающийся понимает роль графических изображений в производственных условиях, поскольку ему самому приходится работать со своим собственным чертежом.

Благодаря своим особенностям, проектная деятельность даёт неограниченные возможности для активации мыслительной деятельности студентов и развития познавательного интереса к учению.

Метод проектов предполагает самостоятельную деятельность студентов (индивидуальную, парную, групповую), которую они осуществляют в течении определенного отрезка времени, решая какую-либо проблему.

Решение проблемы предусматривает, с одной стороны, использование разнообразных методов и средств обучения, а с другой – необходимость интегрирования знаний и умений из различных сфер науки, техники, технологии, творческих областей.

Технология проектного обучения ориентирует современных студентов на новые способы усвоения знаний, на развитие познавательной активности и творческого потенциала каждого обучаемого.

Современного педагога данная технология привлекает тем, что противостоит вербальным методам и формам передачи готовой информации, отсутствию моноличности и обезличенности словесного преподавания, пассивности знаний, навыков и умений.

Очевидным становится тот факт, что знания не передаются, а получаются в процессе личностно-значимой деятельности, т.к. сами знания, вне сформированных определенных навыков и умений, не решают проблему образования человека и его подготовки к реальной деятельности уже вне стен учебного заведения.

**От трудового воспитания к инженерной графике
в учебном процессе**

Банад С. В

Белорусский национальный технический университет

Социально-экономические преобразования в стране, развитие наукоемких и высокотехнологичных производств, усложнение технологических процессов, внедрение новых производственных и информационных технологий требуют от современного работника высокого уровня профессиональной компетентности. Новые экономические условия изменили социальный заказ на будущего специалиста. Это объясняется тем, что общество с рыночными отношениями привело к изменению профессиональной деятельности, а использование новых технологий в производстве и управлении привело к существенным изменениям в профессионально-квалификационных требованиях. Возрастают требования к умственным действиям работника (диагностика, прогнозирование, программирование и др.). Появился спрос на такие качества профессионала как мобильность, гибкость, способность к смене видов профессиональной деятельности, готовность к самообразованию в течение всей жизни.

Общепринятым является факт, что уровень экономического развития страны зависит от уровня образования общества. Воспитание обеспечивает подготовку людей к трудовой и иной полезной деятельности в обществе к выполнению многообразных социальных функций.

В учреждениях общего среднего образования это ложится на плечи трудового воспитания. Сфера трудового воспитания представляет собой сложную многокомпонентную систему, которая должна обеспечивать необходимые условия для непрерывного развития человека, его профессионального становления и развития. Повышение качества трудового воспитания связано с формированием у учащихся компетенций, которые необходимы в современном мире гражданину-труженику.

Трудовое воспитание на каждом возрастном этапе имеет свою специфику. Продолжением совершенствования профессиональных компетенций в высшей школе, является освоение различных дисциплин, в том числе и инженерной графики. В процессе изучения инженерной графики раскрывается компонент взаимосвязи теоретического материала с формированием навыков графической деятельности. Таким образом, прослеживается взаимосвязь профессионального, трудового и личностного воспитания через изучения данной дисциплины.

Организация учебной деятельности обучающихся в процессе формирования творческой самостоятельности при изучении дисциплины «Инженерная графика»

Боровская Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Дисциплина «Инженерная графика» является основой графической грамотности будущих специалистов, образующих фундамент технического образования, должна быть направлена на развитие творческой составляющей мышления для решения технических задач на стадиях проектирования и конструирования в деятельности будущего инженера. В достижении этой цели важным является внедрение в образовательный процесс технологии и методов развития творческой самостоятельности.

Основной формой организации образовательного процесса в рамках компетентностного подхода является учебная самостоятельная работа. В рамках дисциплины «Инженерная графика» существует два вида самостоятельной работы: внеаудиторная и аудиторная.

В рамках организации учебной деятельности обучающихся в процессе формирования творческой самостоятельности при изучении дисциплины «Инженерная графика» преподаватель должен:

- оперативно разрабатывать рабочую программу специальности по постоянно изменяющемуся учебному плану с учетом знаний, умений, навыков (ЗУН) и компетенций;
- сформулировать цели обучения и воспитания;
- определить задачи и задания, направленные на формирование ЗУН;
- подобрать содержание обучения и воспитания и структурировать учебный материал;
- разработать график аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, самоподготовки на весь период обучения данной дисциплине;
- подобрать наиболее эффективные методы обучения и развития творческой самостоятельности;
- разработать средства технические и электронные средства обучения;
- определить методы и средства контроля ЗУН и компетенций.

Преподавателям необходимо организовывать аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся таким образом, чтобы вовлекать их в учебно-творческую деятельность, подбирать учебные задачи, которые будут носить творческий характер, привлекать студентов участвовать в научной работе, к участию в конференциях, конкурсах и олимпиадах.

Роль творческой самостоятельности в профессиональной деятельности инженера

Боровская Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Деятельность инженера направлена на создание объектов и проектов, решение проблем проектирования, конструирования, функционирования объектов и предметов производства, техники и технологий. Для успешного выполнения своих функций современный инженер должен обладать общими и специальными знаниями, умениями, навыками, а также качествами личности, обеспечивающими процесс создания инноваций.

Поэтому, образовательный процесс в учреждениях высшего профессионального образования должен быть направлен на развитие творческой самостоятельности у обучающихся, которая характеризуется умениями самостоятельно ставить цели деятельности, планировать деятельность и прогнозировать результат деятельности, актуализировать необходимые знания и умения для достижения поставленных целей, находить творческое решение поставленных задач и корректировать свои действия в ходе решения технических творческих задач при создании новых продуктов и проектов, техники и технологий.

Творческий характер деятельности инженера проявляется на следующих уровнях: изобретения; инженерного решения; внедрения; функционирования новой техники и технологии.

Структурными элементами инженерного творчества являются:

- отражение и осмысление технической потребности как проблемы технического прогресса;
- вынашивание новой технической идеи;
- разработка идеальной модели технического устройства;
- переход от идеальной модели к конструированию;
- создание нового промышленного образца [1].

На современном этапе для поиска решений все более усложняющихся технических задач, необходимо развивать у будущих инженеров творческую самостоятельность как одно из качеств личности инженера и активизировать творческую деятельность.

**Вступительные экзамены по инженерной графике – опыт
внедрения новых образовательных технологий в БНТУ**

Гиль С. В.

Белорусский национальный технический университет

Вступительные испытания по учебной дисциплине «Инженерная графика» проводятся в БНТУ с 2014 года для абитуриентов специальности 1-36 20 02-01 «Упаковочное производство (проектирование и дизайн упаковки)» ФТУГ, поступающих на заочное отделение по сокращённому сроку обучения со средним специальным образованием соответствующих специальностей. Целью вступительного экзамена является выявление способностей абитуриентов к пространственному образному мышлению и восприятию; необходимых навыков для чтения и выполнения чертежей; знаний соответствующих стандартов и умения их применять практически; потенциала к дальнейшему продолжению образования в техническом вузе. Организационные вопросы по разработке рабочей программы, комплектов экзаменационных билетов, проведению консультаций перед экзаменом и непосредственной оценке экзаменационных заданий осуществляет председатель предметной комиссии по дисциплине и кафедра «Инженерная графика маш. профиля». В комиссию по проверке экзаменационных заданий абитуриентов также входят ведущие специалисты выпускающей кафедры. Основные теоретические положения по дисциплине в рабочей программе отражают учебный предмет профессионального компонента «Черчение». В состав экзаменационного билета включено пять практических заданий, разработанных в соответствии с теоретическим курсом, на основе заданной модели детали. Это комбинированное геометрическое тело, включающее наружную и внутреннюю форму из набора различного типа призматических и цилиндрических поверхностей. Время выполнения задания 240 мин., оценивается по десятибалльной системе, максимальная оценка за задачу 2 балла. Ключевыми являются задания по выбору рационального вида аксонометрической проекции и её построению с четвертным вырезом; выполнению развёртки заданной стандартной поверхности из представленных в модели. Успешное решение экзаменационного билета зависит от правильного анализа и пространственного представления модели в целом, а также умения на практике применять знания теории. По итогам экзамена в среднем: оценки 7, 8, 9 получают 30% абитуриентов, оценки 4, 5, 6–58%, оценки 3 и ниже – 12% (продолжают участвовать в конкурсе). Вступительные экзамены по инженерной графике – это инновационный шаг к повышению качества технического образования.

**Анализ изменений содержания учебной программы
дисциплины «Инженерная графика» на современном этапе**

Гиль С. В.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с «Программой по начертательной геометрии и черчению», утверждённой Министерством высшего и среднего специального образования СССР в 1985 г. «начертательная геометрия – это одна из учебных дисциплин, составляющих основу инженерного образования», «знание начертательной геометрии и умение применять её выводы к решению практических задач – необходимое условие подготовки специалистов в высших учебных заведениях» - это положения - аксиомы, подтверждённые и проверенные временем и не требующие доказательств. Анализ нагрузки по АТФ на 2018/2019 учебный год показывает, что в связи с переходом на четырёхлетний срок обучения в соответствии с Болонским процессом произошли изменения не только в сроках изучения дисциплины «Инженерная графика» по отдельным специальностям АТФ, но и серьёзные, не всегда обоснованные, трансформации структуры всего учебного процесса. Количество лекционных часов для специальностей, таких как «Автомобилестроение», «Двигатели внутреннего сгорания», «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин», «Тракторостроение», «Техническая эксплуатация автомобилей», «Автосервис» и «Дизайн гусеничных и колёсных машин» в соответствии с новыми учебными планами, не изменилось, следовательно, раздел «Начертательная геометрия» будет изучаться в полном объёме, однако, количество практических индивидуальных заданий первого семестра, учитывая увеличение численности студентов в подгруппе на одного преподавателя в соответствии с утверждёнными нормами времени в 2018 г. (до 19 человек), придётся пересматривать в сторону сокращения. Для конструкторских специальностей «Многоцелевые гусеничные и колёсные машины» и «Городской электрический транспорт» лекции в первом семестре уменьшены на половину, следовательно, содержание отдельных тем и разделов необходимо пересматривать и сокращать, часть теоретического материала необходимо будет давать на практических занятиях для выполнения индивидуальных заданий, а это существенно увеличит нагрузку на преподавателя. Сокращение же срока изучения дисциплины на один семестр для вышеперечисленных специальностей, а также для специальностей «Техническая эксплуатация автомобилей» и «Автосервис» повлечёт за собой изменение структуры и методического содержания всего учебного процесса.

Социальные медиа в образовании

Гончаренко О. П.

Белорусский национальный технический университет

Мы живем в эпоху второй технологической революции в образовании связанной с появлением интернета. Поэтому логично появление новых форм обучения основанных на применении информационно-коммуникационных технологий (мобильное обучение, облачные технологии, социальные медиа, учебные платформы и др).

Сейчас сложно представить современного человека, у которого не было бы странички в социальных сетях, любой человек может зарегистрироваться в социальных сетях «Вконтакте», «Одноклассники», «Facebook», – это все социальные медиа, причем это лишь самые популярные в нашей стране. Согласно статистике, на февраль 2018 – 49% населения Беларуси (4,67 млн) являются активными пользователями социальных сетей.

Исследование роли социальных медиа в образовании посредством социального взаимодействия участников образовательного процесса – одно из направлений использования новых информационно-коммуникативных технологий в образовании. Так одной из задач ЮНЕСКО является информирование общества о важности социальных медиа для системы образования, а также поиск путей их интеграции в учебный процесс.

Многие коммерческие компании уже осознали преимущества и безграничные возможности социальных медиа как платформы для продвижения своих товаров и услуг.

К сожалению, в отношении обучения сегодня доминирующей точкой зрения является мысль о том, что социальные сети и обучение несовместимы. Хотя это мощный инструмент, который пока еще не до конца оценен педагогическим сообществом.

Опыт показывает, что социальные медиа расширяют возможности обучения вне аудитории, стимулируют познавательную любознательность и деловое общение. У студента всегда есть возможность задать вопрос преподавателю, не дожидаясь следующего занятия. Так же сохраняется связь с выпускниками, которая помогает оценивать актуальность знаний, умений, навыков и компетенций, формируемых на изучаемой дисциплине. Социальные медиа позволяют осуществлять коммуникацию не только «преподаватель-студент», но и «преподаватель-преподаватель», что может стать площадкой для обмена опытом.

Возможности применения смешанного обучения при изучении дисциплины «Инженерная графика»

Гончаренко О. П.

Белорусский национальный технический университет

Смешанное обучение – это сочетание традиционных форм аудиторного обучения с элементами электронного обучения, в котором используются информационные технологии, такие как компьютерная графика, аудио и видео, интерактивные элементы.

Разновидностью смешанного обучения является модель «перевернутый класс», при которой преподаватель предоставляет студентам материал для самостоятельного изучения дома. Материал может быть представлен в виде видео- или аудиолекции, презентации, учебного пособия, дополненных тестами на начальное усвоение темы при помощи электронной почты, социальных медиа. При составлении материала необходимо стремиться к наибольшей наглядности, максимально используя возможности информационно-коммуникационных технологий.

Аудиторная работа посвящается разбору сложной теоретической части и вопросов, возникших у студентов в процессе самостоятельного изучения новой темы (не более 25-30% времени). Также в аудитории под наблюдением преподавателя выполняются практические задания студентами (проходит практическое закрепление материала по представленной теме) разъясняются вопросы, которые вызывают у студентов затруднения, проходит обсуждение. Преподавателю не нужно быть транслятором информации, он может переключиться на творческую составляющую своей преподавательской деятельности. Дома завершаются и оформляются выполненные на занятиях работы, выполняются задания на понимание и закрепление пройденной темы.

Одним из препятствий внедрения смешанного обучения может стать низкий уровень владения информационно-коммуникационными технологиями. Кроме того, смешанное обучение требует постоянной технической поддержки и определенных затрат на создание видеоматериалов, обучающих программ и тестирующих модулей.

Данная модель обучения могла бы решить проблемы, связанные с нехваткой лекционного времени, выделенного учебным планом на некоторых специальностях (18 часов лекций на 34 часа практических), позволить быть практическому занятию действительно практическим (посвятить время решению практических задач), искоренить попытки работать не самостоятельно.

**Роль начертательной геометрии в процессе
подготовки инженера-педагога**

Грицко Н. М.

Белорусский национальный технический университет

Начертательная геометрия как дисциплина общетехнического цикла является фундаментальной и графически весомой в подготовке инженера-педагога. В профессиональном становлении специалиста ее изучению отводится координирующая роль в программах дисциплин, имеющих графическую часть. Поэтому важно обеспечить наглядную взаимосвязь начертательной геометрии со специальными дисциплинами, с профессиональным обучением, стимулируя интерес к ее освоению, учитывая следующие аспекты.

1. Мотивация процесса обучения в вузе по выбранной будущей специальности на основе способностей и личностных качеств. Уместно оценить значимость выбранной профессии, воспитать уверенность в реализации себя как профессионала завтра, ориентироваться на перспективность будущей работы.

2. Роль педагога как примера профессионального мастерства. Безусловно значима личность педагога как ориентир в приобретении новых знаний.

3. Активизация интереса к изучению дисциплины в формировании профессиональных знаний, умений и навыков. Особо важно подойти к внедрению в учебный процесс заданий с профессиональным содержанием.

4. Разработка новых графических заданий с использованием современных дидактических средств повышающих эффективность специальной графической подготовки студентов. Здесь стоит обратиться к введению в учебную программу наряду с традиционными наиболее значимых тем курса для конкретной специальности.

5. Актуальность решаемых в современных условиях учебных задач, отвечающих потребностям сегодняшнего и завтрашнего дня. Нельзя не отметить большое прикладное значение начертательной геометрии наряду с компьютерными технологиями. Несмотря на внедрение компьютерного 3-D моделирования вместо двумерного чертежа, многие задачи решаются проще и быстрее методами начертательной геометрии. И эти учебные процессы обеспечиваются глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками в области начертательной геометрии. Основной задачей остается развитие профессионального кругозора формированием пространственного мышления, повышение геометрической культуры, что возможно без изучения начертательной геометрии.

Определение факторов повышения эффективности решения графических задач в начертательной геометрии

Грицко Н. М.

Белорусский национальный технический университет

Графические задачи как объект формирования графической грамотности и культуры представляет собой совокупность умственной (теоретической, логической) и практической деятельности студентов во взаимосвязи с профессиональным уровнем преподавания педагога. Готовность к восприятию весьма необычного и впервые изучаемого предмета должна поддерживаться высокой квалификацией преподавателя. Содержание дисциплины «Начертательная геометрия» определяется конкретными целями, а именно научить студентов:

- способам построения пространственных фигур на плоскости (3D преобразовать в 2D);
- мысленно воспроизводить пространственную форму изображенной на чертеже фигуры; (2D преобразовать в 3D);
- решать графическим способом геометрические задачи, определяя позиционные, метрические, конструктивные характеристики пространственных фигур в совокупности.

Для достижения вышеуказанных целей посредством решения графических задач можно определить некоторые следующие факторы:

1. Лекционный курс содержит большой объем примеров решения графических задач с учетом синтеза традиционной методики преподавания и с помощью современных компьютерных инноваций.
2. Методически грамотно организованное практическое занятие, ориентированное не только на получение новых знаний, но и направленное на индивидуальную заинтересованность в процессе закрепления учебного материала посредством решения дифференцированных задач для студентов разного уровня способностей.
3. Роль самостоятельной теоретической и графической подготовки через решение творческих задач, задач с многовариантным решением.
4. Углубленное изучение дисциплины в рамках дополнительных занятий и курсов на основе решения задач межпредметной направленности.
5. Организация учебных олимпиад по начертательной геометрии на уровне вуза и республиканских, позволяющих повысить оценку и самооценку студентов через решение задач повышенной сложности.
6. Создание союза студент-педагог с целью прогрессивного научно-практического продукта в виде методических разработок, публикаций.

Особенности изучения темы «Резьбы»

Дорогокупец Т. В., Кучура О. Н.

Белорусский национальный технический университет

Изучение основных тем курса «Инженерная графика» должно быть организовано таким образом, чтобы приобретенные знания и навыки пригодились и закрепились в дальнейшем при обучении по специальностям.

При изучении дисциплины «Инженерная графика» теме «Резьбы» уделяется большое внимание, так резьба самый распространенный вид разъемных соединений, применяемых в машиностроении.

Изучаемый в рамках данной темы ГОСТ 2.311-68 «Резьба» определяет условности изображений, так как грамотный инженер независимо от специальности должен легко читать любой чертеж. При этом условности, используемые при изображении винтовой резьбы на чертеже, имея в плюсе сокращение трудоемкость выполнения чертежа, имеют и минусы – у студента смазывается визуальное восприятие винтовой резьбовой поверхности. А студент должен четко понимать, что стоит за этими условностями и по внешнему виду на детали сразу понимать с каким типом резьбы имеет дело, как определить шаг резьбы, ее профиль и т.д.

Поэтому предлагаем при изучении темы «Поверхности» в первом семестре выполнить учебное задание по построению резьбовой поверхности. Параметры метрической резьбы (диаметр, шаг) с целью наглядности предлагаются нестандартные, а профиль резьбы стандартный. При выполнении данного задания студенты должны построить винтовые линии опорных точек профиля резьбы, а затем изобразить фрагменты наружной и внутренней резьбы без условностей определяемых ГОСТом. Также студентам предлагается построить сечение винтовой поверхности плоскостью перпендикулярной оси резьбы (спираль Архимеда). В качестве примеров приведены изображения наружной и внутренней трапецеидальной, упорной, прямоугольной резьб.

Данное задание может быть выполнено вручную, т. е. на бумажном носителе, при изучении темы «Поверхности» вместо геликоида. Для специальностей, имеющих часы по машинной графике, возможно выполнение данной работы в 2D в AutoCAD. Что позволит избежать трудоемкости и рутинности выполнения задания, добавляя при этом точности, а также дополнительно даст закрепление навыков работы с основными командами построения и редактирования AutoCAD. Такой подход способствует эффективному усвоению тем курса графики.

**О соответствии объема и содержания графических работ
объему учебного времени**

Зелёный П. В.

Белорусский национальный технический университет,

Сложившаяся практика изучения инженерной графики базируется на выполнении студентами определенного объема графических работ, причем в тех семестрах, в которых лекции не предусматриваются, необходимые пояснения по новой теме даются преподавателем непосредственно на практических занятиях. Это обуславливает дефицит учебного времени для изучения предусмотренных учебными программами тем.

В условиях дефицита учебного времени необходима оптимизация содержания графических работ. Если сопоставить динамику изменения объема выделяемых учебными планами на изучение инженерной графики учебных часов и объема, предусматриваемых учебными программами индивидуальных графических работ, то можно определенно сказать, что имеет место движение в противоположных направлениях. Объем учебного времени все меньше и меньше, а объем графических работ и их сложность нельзя сказать, что бы пропорционально тоже уменьшались. По отдельным специальностям даже наоборот [1].

Такой преподавательский «патриотизм», связанный с сохранением объема и сложности выдаваемых графических работ ни к чему, так как, напротив, и без того студенты все меньше чертят сами. Если не привести объем учебного времени в соответствие с предусматриваемым учебной программой объемом графических работ, то, получается, надо сделать обратное – привести объем и сложность графических работ к такому уровню, чтобы это соответствие все-таки было установлено. Если у преподавателя не будет достаточно времени на работу со студентом в режиме индивидуального консультирования, то студент не сможет успешно справиться с графическими работами. Это будет толкать его на путь несамостоятельного их выполнения, выдавать за свои работы чужие, выполненные под заказ, чтобы быть допущенным к экзамену или зачету. И, чего скрывать, такие факты имеют место. Нельзя не принимать во внимание и пагубность этого явления в плане воспитания.

Дифференцируемый подход – основа эффективности практических занятий по инженерной графике

Зелёный П. В.

Белорусский национальный технический университет

В условиях набора студентов, когда группы формируются из контингента разного уровня подготовки, вести подготовку по инженерной графике на одном уровне [1] для всех студентов группы сложно и малоэффективно. Получается, что или для одних практические занятия будут, действительно, малоэффективны, если ориентироваться на слабо подготовленных студентов, или эти же студенты вообще не получают должной графической подготовки, если ориентироваться на более подготовленных студентов, и выдавать задания на выполнение графических работ по вариантам, соответствующей сложности. Возможен, конечно, и средний вариант, то есть работы некоего среднего уровня сложности. Но опять же нельзя считать его оптимальным. Оптимальным следует признать дифференцируемый подход к обучению. Понятно, что хотелось бы иметь такую ситуацию, при которой все набранные студенты, каков бы разброс в уровне общей средней образовательной подготовки и развития у них не был, заканчивали бы обучение с хорошим уровнем специальной подготовки по избранной профессии.

Реальнее стремиться к тому, чтобы студенты с высокими уровнем подготовки и общего развития за годы обучения в университете такими и оставались, по меньшей мере. Но приобретали уже не менее высокий уровень специальной подготовки. Студенты же с меньшим, а порой и низким уровнем общеобразовательной подготовки за годы обучения в университете смогли бы получить приемлемый для их дальнейшей профессиональной деятельности уровень подготовки по избранной специальности. Для средних студентов должны создаваться условия для максимальной реализации их потенциальных возможностей. Для этого должен быть реализован дифференцированный подход к обучению студентов в университете. Всех надо стремиться учить по максимуму возможностей каждого. И тогда получатся специалисты высокого и среднего уровня получившие приемлемую подготовку для определенной профессиональной деятельности согласно избранной специальности.

**К вопросу о проектировании оптимальных площадок хранения
древесного топлива в условиях устойчивого спроса на щепу**

¹Клоков Д. В., ²Леонов Е. А., ¹Гарабажиу А. А.

¹Белорусский национальный технический университет

²Белорусский государственный технологический университет

Целью исследований являлось организация устойчивого снабжения сырьем действующих или проектируемых котельных и мини-ТЭЦ путем обоснования рациональных запасов древесного топлива, размещаемых на специализированных площадках в непосредственной близости от данных энергообъектов. Теоретические исследования базировались на применении теории вероятности, математической статистики, имитационного моделирования и др. Выбор и анализ показателей, характеризующих неравномерность поставки и потребления древесного топлива показал, что данные процессы могут быть описаны с помощью месячных коэффициентов неравномерности. Для оценки функционирования предприятий, имеющих различную производственную мощность, введено понятие относительной вместимости площадки древесного топлива, выражающую возможность размещения древесины в количестве среднемесячных объемов производства.

В результате исследований разработано методическое и программное обеспечение, позволяющее на основании статистических данных поставки и потребления древесной биомассы определить оптимальное значение вместимости площадки древесного топлива для конкретного региона. В процессе имитационного моделирования рассматривалась комплексная динамическая система «поставщик – площадка хранения (склад) – потребитель». Предлагаемая модель работает при равенстве сумм объемов поставок древесного топлива и его потребления за год.

Исследованиями, проведенными на территории Витебской, Минской и Брестской областей, установлено, что потоки древесного топлива (поставка и потребление) можно достоверно аппроксимировать законом нормального распределения. Среднеквадратичные отклонения относительных величин по фазе «поставка» зависят от крупности поставщика и его регионального местоположения и находятся в диапазоне 0,1–0,2, по фазе «потребления» данные показатели зависят от типа и назначения энергообъекта и могут достигать 0,6. Рекомендуемые значения запасов древесного топлива находятся в диапазоне 1,5–3,5 среднемесячных объемов потребления. При этом достигается устойчивая и эффективная работа энергообъектов.

**Перспективы проектирования в Беларуси лесных складов
на базе мобильных систем машин**

¹Клоков Д. В., ²Леонов Е. А., ¹Гарабажиу А. А.

¹Белорусский национальный технический университет

²Белорусский государственный технологический университет

Целью исследований являлось повышение эффективности нижескладских работ лесозаготовительных предприятий путем обоснования применяемой технологии. Проведенные исследования включали производственные особенности функционирования лесопромышленных складов предприятий системы концерна «Беллесбумпром» и «Холдинга организаций деревообрабатывающей промышленности» Беларуси, технико-экономические расчеты по обоснованию эффективного технологического процесса и применяемых систем машин, разработку перспективных технологических схем нижних складов. Исследованиями установлено, что производственная деятельность нижних складов лесозаготовительных предприятий Беларуси имеет следующие особенности: основным грузоподъемным оборудованием являются отработавшие свой нормативный срок козловые, консольно-козловые и башенные краны (средний срок эксплуатации по отрасли составляет более 35-40 лет); в большинстве случаев система планово-предупредительных ремонтов данного оборудования превратилась в устранение аварийных отказов; практически половина всех затрат на ремонт относятся к затратам на восстановление крановых металлоконструкций от износа и коррозионных поражений; уровень механизации труда на подъемно-транспортных работах не превышает 75%.

Проведенный анализ текущего состояния кранового парка лесопромышленных предприятий, используемого на нижних складах Беларуси, свидетельствует о необходимости полной модернизации изношенного и морально устаревшего кранового оборудования традиционных типов на многофункциональные мобильные лесопогрузчики – что является общемировой тенденцией.

Выполненные исследования показали эффективность применения мобильных систем машин в условиях нижних складов Беларуси:

- обеспечивается снижение до 3 раз потребного количества рабочих основного потока склада и увеличение производительности труда;
- при сопоставимых удельных капитальных вложениях, удельные эксплуатационные затраты уменьшаются на 32,6%;
- обеспечивается полная механизация и безопасность труда.

Методика проверки графических работ студентов

Коноплицкая И. А.

Белорусский национальный технический университет

Значительное место в работе преподавателя занимает проверка графических работ. От оперативности этой работы обязательно в присутствии обучаемого зависит успех образовательного процесса по развитию пространственного воображения в целом. Чтобы повысить качество и скорость проверки необходимо выработать определенную систему. Проверка чертежей носит всесторонний и тематический характер. Всестороннюю проверку нужно проводить при окончательном приеме чертежа, а тематическую в процессе его выполнения в аудитории.

Цель тематической проверки – выяснить, как применяется на практике вновь изученный материал. Преподаватель имеет возможность в очень короткие сроки просмотреть все чертежи поскольку его внимание сосредоточивается на узком круге вопросов.

Всестороннюю проверку целесообразно проводить, последовательно ставя перед собой ряд конкретных задач и сосредоточивая на них все внимание. При такой системе чертеж просматривается несколько раз. Например при первом просмотре чертежа проверяется наличие и правильность выполнения осевых и центровых линий при втором – соблюдение толщины и начертания линий обводки чертежа, при третьем – правильность расположения видов на чертеже и т. д.

Характер и последовательность этих вопросов зависят от того, какой чертеж и на каком этапе обучения проверяется. При изучении разделов проекционного черчения в первую очередь проверяются расположение и наличие изображений на чертеже, проекционные ошибки. Когда изучается тема по резьбам, то вначале следует уделить внимания этому вопросу в виде упрощенной лекции или объяснения с обязательным решением варианта графической работы либо на доске, либо на компьютере с диапроектором.

Наиболее целесообразна проверка чертежа в присутствии студента. Однако для этого не всегда есть возможность. В этом случае на чертежах нужно ошибки помечать, сопровождая их замечаниями. Особо строгой должна быть проверка первых работ студентов. Это создаст у студентом в дальнейшем необходимую требовательность к своим работам.

Проверяя чертежи по определенной системе, есть возможность проверить намного большее количество чертежей и за более короткие сроки.

О методике изучения и выполнения чертежей деталей в разделе машиностроительного черчения

Кулащик Н.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Тема «Выполнение чертежей деталей по сборочному чертежу» предполагает развитие у студентов навыков и умений по выполнению чертежей деталей, формирование приемов чтения сборочных чертежей и умение выявлять форму деталей, входящих в сборочную единицу. Любая машина, прибор, агрегат состоит из деталей, соединенных между собой. Детали могут отличаться друг от друга по форме, размерам и технологическому процессу их изготовления. Одни детали изготавливаются из листового материала, другие – из сортаментного и фасованного проката или изделий-заготовок путем механической обработки, иные получают литьем, горячей штамповкой.

Важным фактором является подготовка студентов к самостоятельной работе и развитие умения работать со справочной литературой. Основную роль на занятиях играет преподаватель, который должен четко поставить задачу, индивидуально консультировать каждого студента, проверять знание изучаемой темы, оказывать необходимую помощь, корректировать и проверять промежуточные результаты работы. Грамотные и своевременные подсказки преподавателя в ходе работы над чертежом развивают у студентов творческую активность, познавательную самостоятельность, влияют на темп работы, активизируют умственный и творческий потенциал студентов, готовят их к решению более сложных. Проставляя размеры, студент должен учитывать одновременно геометрию элемента и технологию его изготовления, уметь выбирать размерные базы.

Качество выполнения чертежа студентом оценивается на соответствие его требованиям производства. Общие требования к чертежу детали (точечной, литой, гнутой, листовой и т. д.) заключаются в следующем:

- на чертеже деталь должна быть изображена в минимальном, но достаточном для уяснения ее формы количестве видов, разрезов и сечений;
- все размеры на чертеже должны быть нанесены геометрически полно и конструктивно правильно;
- чертеж должен содержать необходимые технические требования, отражающие особенности детали: материал и показатели его свойств, покрытие, предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей.

**Разработка дидактических и методических материалов
темы «Чертеж по специальности» для студентов ПСФ»**

Лешкевич А. Ю.

Белорусский национальный технический университет

Сокращение сроков обучения и, как следствие, уменьшение количества часов на изучение инженерной графики – основополагающего предмета при подготовке грамотного технического специалиста – накладывает весьма значительный отпечаток на методику преподавания.

Особое внимание следует уделить завершающим графическим работам, образующим «чертеж по специальности» и учитывающим особенности будущей инженерной деятельностью. Естественно эти расчетно-графические работы (РГР) будут носить ознакомительный характер с максимально возможными упрощениями.

На кафедре инженерной графики машиностроительного профиля разрабатываются комплекты индивидуальных заданий в упрощенных и более сложных вариантах, которые можно использовать не только на практических занятиях, но и на факультативах и в НИРС. с учетом особенностей следующих специальностей Приборостроительного факультета:

- электромеханические приборы и аппараты и информационно-измерительная техника – кинематические и электрические принципиальные схемы приборов точной механики;
- оптико-электронные приборы – ход лучей в оптических приборах;
- техническое обеспечение безопасности – планировки помещений для установки датчиков движения;
- технология ювелирного производства – формообразование охватываемых и охватывающих поверхностей при способах точного литья;
- метрология и стандартизация – способы нанесения размеров, допуски и посадки;
- биотехнические и медицинские приборы – кинематические схемы устройств медицинского назначения;

При разработке РГР необходимо контактировать и консультироваться с соответствующими выпускающими кафедрами, чтобы графическая подготовка проводилась непрерывно в одном ключе с курсовыми и дипломными проектами без потери драгоценного времени на переучивание. Такая постановка вопроса позволяет полностью осознать цель графической подготовки, понять и оценить ее место в комплексе инженерных дисциплин и уверенней применять полученные знания, умения и навыки в дальнейшей деятельности.

Разработка методики вычерчивания резьбовой поверхности

Лешкевич А. Ю.

Белорусский национальный технический университет

За последние 10-15 лет, вследствие постоянного сокращения объема графических работ. курса лекций и практических занятий по инженерной графике, очень важная тема «Резьбы» стала преподаваться фрагментарно и формально. Студенту дается винтовая линия, ее образование, параметры, проекции и развертка.

Дальнейшее сводится к применению условностей, как в размерных обозначениях, так и в графическом изображении, которые несомненно полезны и значительно облегчают выполнение сборочных и детализованных учебных чертежей, однако процесс образования резьбовой поверхности с конструктивной и технологической точки зрения потерян.

Студенту необходимо хотя бы один раз показать и предложить построить реальную резьбовую поверхность на проекциях и проследить перемещение профиля. Только тогда можно быть уверенным, что материал дошел до обучаемого и что можно применять условные обозначения и изображения.

При разработке расчетно-графических работ (РГР) для наглядности и удобства построения шаг резьбы искусственно увеличен в несколько раз. Построение разбито поэтапно на фрагменты с подробной иллюстрацией проецирования произвольных точек с профильной проекции на фронтальную с фиксированным положением профиля.

Разработано 30 вариантов метрической резьбы, как наиболее распространенной и более простой в построении. Остальные резьбовые поверхности (трапециевидная, упорная, прямоугольная) только проиллюстрированы.

Решение этой РГР позволит студенту представить технологический процесс формирования винтовых поверхностей, особенно при проектировании шнековых движителей комбайнов и транспортных средств, передач «винт-гайка» рулевого управления, устройств с ходовыми резьбами и т. д., что облегчает в дальнейшем расчет кинематических и динамических параметров винтовых устройств не только на старших курсах, но и в дальнейшей самостоятельной инженерной деятельности.

Полученные навыки могут применяться в любой технической области, связанной с поверхностями, образующимися винтовым движением инструмента или элемента детали.

Потребность в общении

Пашина Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Эмоциональная атмосфера обучения, положительный эмоциональный тонус учебного процесса — немаловажный метод повышения мотивации учения. Благополучная эмоциональная атмосфера обучения сопряжена с двумя главными источниками развития студента: с деятельностью и общением, которые рождают многозначные отношения и создают тонус личного настроения ученика.

Оба эти источника не изолированы друг от друга, они все время взаимно переплетаются в учебном процессе. Кому не известно, что благополучная эмоциональная ситуация деятельности обеспечивает лучшее ее протекание и результат. Атмосфера учебной деятельности должна рождать желание работать, учиться без страха, спокойно, испытывая удовольствие от пробы собственных сил, от собственного продвижения и успешного выполнения заданий.

Создание благоприятной эмоциональной атмосферы познавательной деятельности учащихся — важнейшее условие формирования познавательного интереса и развития личности студента в учебном процессе.

Потребность в общении или в аффилиации возникает вследствие расхождения ожидаемой интенсивности, частоты и структуры социальных контактов, окрашенных в положительные эмоциональные тона, с реальными контактами в группе.

Потребность проявляется в тенденции к установлению и поддержанию хороших межличностных отношений, в стремлении восстановить нарушенные отношения, простить проступок другого ради возобновления согласия и теплых дружеских связей. Это — желание быть членом группы, коллектива, взаимодействовать с коллективом, находиться вместе, оказывать помощь другим и принимать помощь других.

Обучение представляет собой сложный процесс общения преподавателя с учащимися, студентов между собой. Влияние общения трудно измерить, но можно видеть в реальной действительности. Общение студентов друг с другом и с преподавателем создает многообразнейшую гамму отношений, опосредованное влияние которых на интерес к предмету очень велико.

Стремление к общению с товарищами, с желанными преподавателями само по себе может быть сильным мотивом учения.

Потребность в творчестве

Пашина Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Одной из главных задач, которые стоят перед высшими учебными заведениями, является подготовка высококвалифицированных инженеров. Их подготовка возможна при соответствующей организации учебного процесса на основе специально подобранных методов и приемов обучения, потому что в этом случае достигается требуемое развитие мотивации студентов.

Учеба, как и любая другая деятельность, вызывается и поддерживается потребностями. Для того, чтобы глубже раскрыть мотивационную основу учебной деятельности студентов, важно выявить тот набор потребностей, которые удовлетворяются в повседневной учебной работе студента. Первичной основой жизнедеятельности организма согласно теории является не удовлетворение соматических гомеостатических потребностей ради биологического выживания, а активное взаимодействие с миром ради освоения этого мира, обретения власти над ним, ради развития человеком своих потенций, способностей, талантов.

Все виды активности создаваемые этой тенденцией в психологии называют самодеятельностью. Самодеятельность - это деятельность выполняемая ради самой себя, ради удовольствия от процесса ее. А выполняется эта деятельность для достижения радости и интереса, которые ее сопровождают, ради чувства компетентности.

Более сложная форма проявления внутренней потребности - это стремление к эффективному, умелому, экономичному освоению внешнего мира. Это является тенденция к созиданию, конструированию, совершенствованию предметов и орудий.

Психически и личностно зрелый человек не может без внутреннего содрогания видеть грубо сколоченную, коряво сработанную вещь, плохо продуманную систему и т.п. Это вызывает у него произвольное отрицательное напряжение, основой которого является то, что по природе своей человек стремится создавать, творить, конструировать качественно, экономно, красиво. Причем делает это он не только из-за того, что качественно сделанная вещь дольше служит, но и из-за чувства удовлетворения от хорошо сделанной вещи как таковой.

Поэтому немаловажным методом повышения мотивации обучаемого является посещение выставок технического творчества, участие в научно-технических, кружках, факультативах различных направлений и специализаций, общение со специалистами уже на ранних стадиях обучения.

Графоаналитическое моделирование процесса работы погрузчика

Смирнов А. Н., Шостак В. Г.

Белорусский национальный технический университет

При построении кинематической схемы погрузочного оборудования стрелу предлагается изображать в пяти положениях от нижнего до верхнего, затем конструктивно путем прочерчивания и подбора определяются элементы рычажной системы. Процесс является громоздким, его приходится повторять, что занимает много времени.

Для устранения указанных недостатков необходимо создать упрощенную методику расчета кинематической схемы рычажной системы гидро-механизма поворота ковша, обеспечивающую наибольшее выгибающее усилие при одних и тех же параметрах ковшовой гидроцилиндра, которую затем можем использовать при проектировании.

Выгибающее усилие на кромке ковша

$$N_B = \frac{F_{Ц} Z_{Ц} - G_K i_K}{K i_{П}}$$

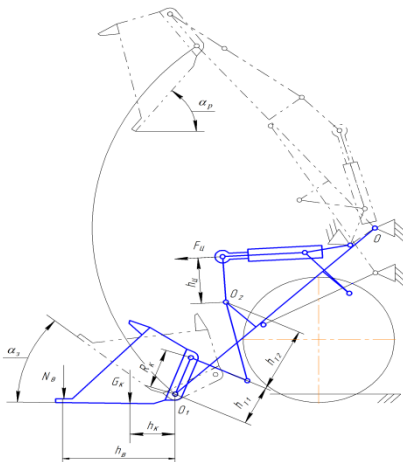


Схема для расчета выгибающего усилия на кромке ковша погрузчика

Расчет кинематики рычажного механизма, позволяет максимально использовать функциональные возможности ковшовой гидроцилиндра (наибольшее выгибающее усилие и наполнение ковша, наименьшее время его разгрузки), автоматический возврат ковша в положение черпания, строго поступательное движение рабочих органов (ковша, вил и др.) при перекрестной схеме рычажной системы, уменьшить энергозатраты.

УДК 744(075.8)

Факторы продуктивности процесса обучения инженерной графике курсантов военно-технического факультета

Толстик И. В.

Белорусский национальный технический университет

Продуктивность процесса обучения курсантов инженерной графике определяется комплексным влиянием четырех факторов: принцип отбора учебного материала, организационно-педагогическое влияние, обучаемость и время.

В состав первого фактора входят объективная информация (содержание, количество учебного материала, его качество, форма изложения) и дидактическая обработка (способ, структура, доступность изложения, учитывающая уровень подготовки курсантов, уровень избыточности информации).

Второй фактор характеризуют: постановка целей обучения преподавателем и его методы преподавания; способы деятельности, необходимые для усвоения материала; работоспособность преподавателя и студентов; контроль и проверка результатов работы и обучаемости курсантов; тип и структура учебного занятия; практическое применение приобретенных знаний и умений; оборудование учебного процесса и условия обучения; организация самостоятельной работы и консультативных занятий.

Третий фактор – это обучаемость студентов, то есть, способность курсантов к учению и возможность достижения ими запланированных результатов в установленное время. Он характеризуется: уровнем общей подготовки курсантов; способностью к овладению учебным материалом; способностями к учебно-познавательной деятельности и темпами усвоения знаний; общими характеристиками внимания и мышления при изучении конкретного учебного материала; мотивацией обучения и здоровьем курсантов; ответственностью и ориентацией на будущую профессию, а также самоконтролем, настойчивостью, целенаправленностью и умением учиться самостоятельно.

Четвертый фактор характеризует время, затраченное на восприятия и первичное усвоение знаний, периодичность контролирования, повторения и закрепления, время сохранения информации в памяти и повторение изученного, время, уделяемое самоподготовке и самообучению, а также общие затраты времени на изучение материала по семестрам.

Однако вклад этих факторов в формирование конечного результата оказывается неодинаковым, они проверяются длительными экспериментами, выполняемыми с применением комплексной методики.

**Методика проведения лабораторных работ по инженерной графике
у курсантов военно-технического факультета**

Толстик И. В.

Белорусский национальный технический университет

В профилирующей подготовке курсантов важное значение имеют лабораторные занятия по специальным дисциплинам. Они способствуют глубокому и осмысленному пониманию теоретических основ дисциплины, прививают умение и навыки лабораторного экспериментирования, знакомят с современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований, что необходимо для последующей плодотворной инженерной деятельности военного специалиста. Методика тактико-специальной подготовки курсантов является наиболее важной составляющей в процессе военно-профессиональной подготовки. Одна из её форм – лабораторная работа, целью которой является обеспечение будущих военных специалистов теоретическими знаниями составления чертежей различного назначения и чтение конструкторской документацией, правилам их оформления, методике создания оригиналов топографических карт, планов и других графических документов, полученных в результате геодезических и топографических работ.

Организуя лабораторные занятия, общенаучные и общепрофессиональные кафедры принимают во внимание не только свои предметные задачи, но и учебные задачи других кафедр и в целом деятельность курсантов как специалистов определенного профиля. Преемственность в осуществлении экспериментальной подготовки между кафедрами достигается, прежде всего, строгой согласованностью учебных программ, и в частности программ лабораторных занятий.

Лабораторные работы выполняются курсантами самостоятельно. Это значит, что преподаватель в ходе занятия должен не столько контролировать, сколько осуществлять научное и методическое руководство действиями студентов так, чтобы, с одной стороны, обеспечить проявление инициативы и самостоятельности курсантов, а с другой – держать непрерывно в поле зрения работу каждого, тактично и без навязчивости в самых необходимых случаях приходить на помощь в нужный момент.

Успех лабораторных занятий зависит от теоретической, практической и методической подготовки преподавателя, его организаторской работы, состояния лабораторной базы и методического обеспечения, от степени подготовленности самих курсантов, их активности на занятии, осознавая значимость дисциплин графического цикла.

**К вопросу о развитии технического интеллекта у студентов
технических вузов**

Тявловская Т. М. Марамыгина Т. А.
Белорусский национальный технический университет

В условиях интенсивного развития производства и экономики конкурентноспособными и востребованными будут специалисты, которые обладают не только определенным рядом знаний, умений и качеств, но и развитым техническим интеллектом.

Существует две подструктуры общего интеллекта. Вербальный интеллект – это интегральное образование, функционирование которого осуществляется в словесно-логической форме с опорой преимущественно на знания. Невербальный интеллект – интегральное образование, функционирование которого связано с развитием наглядно-действенного мышления с опорой на зрительные образы и пространственные представления.

Профиль интеллекта студентов технического вуза сдвинут в сторону развития невербального интеллекта и несколько снижен по вербальному; у студентов гуманитарного профиля более развит вербальный и снижен невербальный интеллект. Однако результаты исследования интеллекта инженеров показали, что наилучших успехов в работе добивались те из них, которые обладали развитыми невербальным и вербальным интеллектом, т.е. общими и специальными способностями.

Технический интеллект – своеобразная система мыслительных навыков, позволяющих успешно овладевать техническими дисциплинами. Одной из важнейших составляющих технического интеллекта подготовки специалистов в техническом вузе является пространственное воображение, а другой – взаимосвязь понятийно-логического и практического мышления, его оперативность и креативность. Что проявляется в умении эффективно применять знания в различных условиях при ограничении времени для принятия решений.

Для развития технического интеллекта в процессе обучения студентов необходимо способствовать развитию их логического, образного, пространственного мышления, воображения, формировать систему знаний, в том числе профессиональных, развивать практическое мышление за счёт выполнения студентами заданий-задач, соответствующих их профессиональной направленности, а также привлечения студентов к активным методам обучения: экскурсиям, конференциям, предметным олимпиадам.

**Причины, негативно влияющие на качество подготовки студентов
в вузах**

Тявловская Т. М., Марамыгина Т. А.
Белорусский национальный технический университет

В последнее время повышаются требования к квалификации специалистов, а значит, и к системе их подготовки в высших учебных заведениях. Несмотря на недостаток времени, все сокращающуюся учебную нагрузку, необходимо сохранить и повысить качество инженерного образования, а значит, и выявить следующие причины, которые негативно влияют на процесс обучения инженерной графике:

1. Сформировавшееся отношение со школы о предмете, как о факультативном. Однако для специалиста технических ВУЗов инженерная графика является основополагающим предметом, на котором основываются последующие знания, а также способствует развития пространственного мышления, технического мышления, развитию познавательных способностей, способностей креативно мыслить.

2. Недостаточная психологическая готовность студентов к обучению в вузе, непонимание специфики будущей специальности, слабая направленность на будущую профессиональную деятельность.

3. Учебный процесс, в связи с нехваткой учебного времени, осуществляется без учета индивидуально-психологических особенностей студентов, тогда как с особенностями свойств нервной системы, когнитивных стилей и типом личности связаны различия в восприятии и переработке информации. Организация учебного процесса с учетом этих различий обеспечила бы активность познавательной деятельности студентов и наибольшую ее эффективность

4. В учебном процессе недостаточно реализуется принцип обучения на различных уровнях сложности. Преподавание ведется по отношению к среднестатистическому студенту.

5. Учебные программы направлены, главным образом, на развитие логического мышления, практически без развития образного мышления.

6. Недостаточно внимания уделяется развитию творческого потенциала учащихся, их эстетического, технического творчества.

7. Процесс обучения студента направлен, в целом, на передачу информации, формирование умений, навыков и далеко не всегда способствует развитию интеллектуальных, профессиональных способностей студентов, а также их способности к самообразованию.

Роль компьютерного моделирования в инженерной графике

Шабан Т. А.

Белорусский национальный технический университет

Учебные задачи в курсе инженерной графики совершенно не отражают тех возможностей, которыми располагают современные системы для трехмерного компьютерного моделирования. Эти задачи компьютерной графики, искусственно перенесенные в нее из традиционных технологий и, следовательно, не дающие правильного представления о трехмерном моделировании. При этом, в курсе инженерной графики, не рассматриваются и не используются при решении задач даже такие очевидные преимущества трехмерного компьютерного моделирования, как точность построений и преобразований, т. е. возможность замены трудоемких аналитических методов решения задач более простыми и наглядными компьютерными гео-метро-графическими методами.

Принципиальной недооценкой в подходе к использованию трехмерного компьютерного моделирования в обучении инженерной и компьютерной графики, является отсутствие концепции применения трехмерного компьютерного моделирования как средства решения учебных задач, отсутствия определения дидактических возможностей компьютера как мощного средства трехмерного моделирования, меняющего технологии не только процессов моделирования, но и образовательные технологии, призванные обеспечить подготовку специалистов будущего с учетом изменившихся условий.

Повышение надежности образцов военной техники за счет функций диагностики

Шостак В. Г.

Белорусский национальный технический университет

Поддержание образцов вооружения и военной техники в состоянии, обеспечивающем выполнение задач по предназначению является основой боевой готовности Вооруженных сил Республики Беларусь. Главная задача при определении надежности образца вооружения и техники, согласно системы технического обслуживания и ремонта в ВС РБ, является техническое диагностирование, определяющее комплекс работ по ТО и ТР, количество специалистов и необходимый перечень запасных частей на определенный интервал времени (планируемый период). Решение задачи позволит достоверно осуществлять текущее (до года) и перспективное (от года до пяти лет) планирование комплекса проводимых работ по ТО и ТР, зная реальный перечень необходимых запасных частей и расходных материалов на текущее и перспективное планирование.

Составляет характеристика его управляющих функций, которые заключаются в регламентации контроля технического состояния образца военной автомобильной техники. В свою очередь регламентация контроля состоит в замене (для большинства агрегатов и механизмов автомобиля) существующей в настоящее время периодичности планово-предупредительного ТО или ТР (с контролем или без контроля) периодичностью l_d планово-предупредительного диагностирования. Такая замена при условиях $C_p > C_d > C_n$ и $l_d < l_p$, где C_p , C_n , C_d - стоимость ремонта, профилактики и диагностирования, существенно уменьшит пропуск отказов и обеспечит заданный уровень надежности в образце военной автомобильной техники.

Периодичность диагностирования l_d должна устанавливается теми же методами, что и периодичность ТО. Контроль технического состояния влечет за собой изменение периодичности целого ряда операций обслуживания образцов, их группировку, а следовательно, и объемы видов ТО. При этом изменяются нормативы трудоемкости отдельных элементов технологических процессов ТО и ТР. Например, объем ТО-1 и ТО-2 увеличится за счет включения диагностирования но при этом снизится трудоемкость ТР вследствие перераспределения объема работ, проводимых в пунктах ТО и ТР, что позволит высвободить определенное количество специалистов по ТО и ТР.

Олимпиады по черчению среди школьников в техническом вузе

¹Басс Н. В., ¹Левая М. Н., ¹Цыпленков В. Ф., ²Киселева Н. Л.

¹Брянский государственный технический университет

²Белорусский национальный технический университет

В Брянском государственном техническом университете (БГТУ) особое внимание уделяется олимпиадам по профильным предметам среди выпускников школ. На кафедре «Начертательная геометрия и графика» (НГиГ) организуются олимпиады по черчению среди 9-классников, состоящие из двух туров. Первый тур проводится в районах г. Брянска. Подготовку осуществляют городской методист по черчению и руководители районных методических объединений учителей черчения. В этом туре могут участвовать все желающие 9-классники районов г. Брянска. Второй, городской тур проводится в БГТУ, для организации которого разрабатывается положение об олимпиаде, с прописыванием всех этапов работы, определением количества и сложности графических задач. По окончании олимпиады анализируются ее итоги и определяются с учетом пожеланий учителей черчения вопросы, требующие корректировки к следующей олимпиаде.

Выявление наиболее подготовленных по черчению школьников производится по результатам выполнения ими конкурсного задания. Разработка этого задания, а также системы оценок и условий выполнения – ответственный этап в подготовке и проведении олимпиады. Многолетний опыт организации олимпиады показывает, что работа школьников над конкурсным заданием должна продолжаться не более 4-х часов. Это оптимальное время для детального ознакомления с условием задания, обдумывания плана его выполнения, проверки полученного результата. При определении структуры и содержания городского конкурсного задания отправным пунктом является анализ выполнения школьниками районного конкурсного задания. С учетом этого анализа разрабатываются несколько вариантов заданий, реализующие принятые разработчиком идеи. Затем производится их тестирование в студенческой аудитории, отобранной по определенным критериям. По итогам тестирования дается оценка вариантов и выбираются конкурсные задания для второго тура.

Опыт организации и проведения олимпиад в БГТУ г. Брянска привлекает большой практический интерес и может использоваться в этом направлении на кафедре «Инженерная графика» также и в БНТУ.

3-D визуализация на занятиях по инженерной и компьютерной графике в вузе

¹Афони́на Е. В., ¹Басс Н. В., ²Киселёва Н. Л.

¹Брянский государственный технический университет

²Белорусский национальный технический университет

В условиях комплексного перехода инженерно-графической подготовки к графическим информационным системам, основу которых составляет виртуальное и анимационное моделирование, компьютерный дизайн, элементы мультимедиа, в учебный курс многих специальностей вводится изучение программ визуализации объектов.

Визуализация – это процесс создания зрительного образа. 2D-чертежи не могут дать такого представления о проектируемом объекте как 3D-графика и анимация. При проектировании изделий машиностроения, используя 3D-модели деталей и сборок, выявить потенциальную проблему значительно проще, чем в 2D-чертеже. Пересечение деталей внутри объекта могут быть не столь очевидны на чертеже, как мы это увидим в 3D-модели. При общении исполнителя и заказчика, объемная визуализация, приложенная к проекту, позволяет правильно понять друг друга, переводит обсуждение технической стороны проекта на совершенно иной уровень, сокращает время принятия решения заказчиком даже если он не посвящен в тонкости конструкторско-технологической проработки изделия. Для создания полного впечатления о качестве применяемых в объекте материалов, визуализация должна реалистично передавать цвет, фактуру, степень прозрачности и рассеивания света, отражательную способность, давать зрителю «тактильные» ощущения поверхности.

Как показывает практика, даже слабые студенты на занятиях по компьютерной графике работают с большим интересом. Особое значение имеет возможность рассматривать с разных сторон построенную модель. Умение строить простые 3D-модели формируется за 2-3 занятия. В Компас-3D в значительной степени автоматизирован переход от объемной модели к плоскому чертежу, поэтому, работая с двумерным чертежом, студенту легче выполнить обратную задачу – мысленно представить пространственную форму объекта. 3D-технологии способствуют развитию пространственного восприятия объекта, в том числе у студентов со слабой общей подготовкой. Когда геометрическая модель механизма, который студенты сами создали, как бы «оживает» двумерный чертеж детали или сборки уже перестает быть для них близким и непонятным.

Инженерная графика строительного профиля

Теоретические и методические аспекты организации самостоятельной работы студентов при изучении графических дисциплин

Корытко Л. С.

Белорусский национальный технический университет

Самостоятельная работа студентов (СРС) – вид деятельности, при которой в условиях систематического уменьшения прямого контакта с преподавателем, студентами выполняются графические задания. При изучении графических дисциплин СРС должна представлять единство трёх взаимосвязанных форм: внеаудиторная самостоятельная работа; аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под руководством преподавателя; творческая, – в том числе и научно-исследовательская работа. Анализ организации самостоятельной работы студентов позволил выявить ряд проблем в этой области: формирование у студентов умений и навыков самостоятельной работы; осуществление преемственности между школой и высшим учебным заведением; использование электронно-вычислительной техники; реализация индивидуально-дифференцированного подхода; особенности организации самостоятельной работы студентов при различных видах занятий; нормирование самостоятельной работы студентов; применение новых информационных технологий в организации самостоятельной работы.

Самостоятельные работы классифицируются по следующим признакам по: дидактическим целям, форме организации деятельности студентов, месту выполнения, форме заданий, форме ответа, характеру деятельности студентов, роли в формировании научных понятий, трудоёмкости, методам самостоятельной работы.

Виды самостоятельных работ, соответствующие различным признакам классификации тесно взаимосвязаны между собой и требуют дифференциации – учёт обучения студентов, поддерживающий их познавательный интерес и развивающий у них мотивы учебной деятельности. На первом этапе организации самостоятельных работ целесообразно сформировать у студентов учебные умения и навыки. Обязательными являются подведения итогов и их анализ, сравнение результатов, с намеченными целями работ.

Самостоятельная работа студентов-заочников является практически единственным методом обучения в связи с малым количеством аудиторных занятий.

УДК 515.18(075.8)

Альтернативные способы решения задач по начертательной геометрии и инженерной графике

Кравченко М. В.

Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля» производит графическую подготовку студентов факультета транспортных коммуникаций.

Начертательная геометрия является первой дисциплиной графического цикла, изучаемого в вузе, успешное освоение которой способствует более лёгкому изучению других дисциплин.

Успехи в графической деятельности не могут быть достигнуты без развития инициативности и самостоятельности обучающихся.

Именно у студентов первого курса учебно - познавательская деятельность активизируется, если в обучении используется метод диалога, собеседником которого является преподаватель, смежная дисциплина, книга и даже компьютер.

При решении некоторых задач начертательной геометрии были использованы параллельно другие способы, например, аналитическая и дифференциальная геометрия. Решая эти задачи аналитически, геометрические фигуры задавались в виде уравнений и по формулам определялись результаты.

Программа Solid Works – система автоматизированного проектирования, помогает наглядно представить фигуры, линии их пересечения в пространстве, что способствует развитию пространственного представления и облегчает самоконтроль решения домашних индивидуальных заданий по начертательной геометрии и проекционному черчению.

В строительстве и архитектуре, кроме ортогональных и аксонометрических проекций, для изображения конструкций и сооружений широко используются числовые отметки, перспективные проекции и тени.

Изучение специальных разделов инженерной графики в вузе, которые отражают специфику дорожно-мостовых специальностей, играет важную роль в приобщении к будущей профессии и сознательному отношению к профессиональному долгу.

**Адаптация учебных программ курса
«Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика»
для студентов строительных специальностей**

Садовский Ю. И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время идет интенсивный перевод многих специальностей, в том числе технического направления, на четырехлетний срок обучения. Это ставит ряд достаточно сложных методических проблем, связанных с необходимостью встраивания материала соответствующей учебной дисциплины в рамки новых учебных планов, разрабатываемых выпускающими кафедрами. Вопросов возникает много – в каких семестрах проводить занятия, в каком объеме, какие разделы можно сократить, а какие оставить и т. д. Простое уменьшение объема любой дисциплины на 20 процентов является слишком простой задачей, приводящей к нелогичному результату.

Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика является комплексной инженерной дисциплиной, включающей в себя как минимум четыре дисциплины – собственно начертательную геометрию, проекционное, машиностроительное и строительное черчение, компьютерную (машинную) графику. Первой строительной специальностью, перешедшей на 4-летний учебный план, является специальность «Промышленное и гражданское строительство» набора 2017 года. В ее учебном плане начертательной геометрии и инженерной графике отданы первые два семестра (сокращен третий). Общий объем часов дисциплины по четырехлетнему плану – 136 часов в двух семестрах против 172 часов в трех семестрах по пятилетнему учебному плану. В разрабатываемых учебных планах других строительных специальностей – ПСИиК и ЭиУН в данный момент заложено деление тех же 136 часов на три семестра при экзамене в первом семестре (начертательная геометрия) и двух дифзачетах (2 семестр – проекционное черчение и элементы машиностроительного и 3 семестр – строительное черчение и компьютерная графика). Общий подход ко всем этим планам предполагает сохранение начертательной геометрии в объеме 68 часов, сокращение проекционного и особенно машиностроительного черчения, минимальное сокращение строительного черчения и компьютерной графики за счет их слияния в единый раздел. Ближайшие учебные годы должны выявить все возможные недостатки, подлежащие корректировке при составлении новых учебных планов строительных специальностей.

УДК 774:621 (076. 5)

**Особенности курса машиностроительного черчения
для студентов специальности
«Производство строительных изделий и конструкций»**

Садовский Ю. И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время максимальный объем часов на раздел «Машиностроительное черчение» среди всех строительных специальностей остался у студентов специальности «Производство строительных изделий и конструкций» – 36 часов в течение 2 семестра обучения в соответствии с учебным планом этой специальности.

Основная цель изучения этого раздела – приобретение навыков выполнения и чтения конструкторской документации машиностроительного профиля, изучение стандартов ЕСКД по оформлению реальных машиностроительных изделий с учетом технологии их изготовления, усвоении правил выполнения чертежей сборочных единиц, а также выполнения рабочей конструкторской документации по чертежам общего вида.

Первой темой раздела является тема «Соединения элементов машиностроительного назначения» с акцентом на резьбовые соединения, в рамках которой студенты выполняют комплексное задание по изображению соединения с помощью стандартных деталей – болтов, шпилек, винтов с составлением спецификации, а также разрабатывают чертеж резьбового соединения труб с фитингами – прямыми муфтами, угольниками и тройниками.

Одной из важных тем раздела «Машиностроительное черчение» является выполнение чертежей деталей. Их чертежи выполняют и на стадии ознакомления с реальными деталями в процессе их эскизирования, по заданной аксонометрической проекции, а также на стадии чтения чертежей сборочных единиц – детализации чертежей общего вида. В рамках этого раздела студенты выполняют чертежи детали типа «Вал» по выданной аксонометрии, деталей типа «Вал» и «Корпус» в процессе эскизирования с выданных натуральных образцов, вычерчивании деталей по сборочному чертежу (детализации).

Завершается изучение раздела обязательной темой «Чтение и выполнение сборочных чертежей». Ее изучение основывается на выполнении чертежа сборочного узла по чертежам входящих в него деталей, справочным данным стандартных изделий на основе краткого описания и компоновочной схемы сборочной единицы.

Роль технического рисунка в формировании профессиональных навыков студентов строительных специальностей

Селицкий А. А.

Белорусский национальный технический университет

Наука, изучающая законы красоты и художественного творчества, применительно к предметам технической формы, называется **технической эстетикой**. Одним из элементов технической эстетики можно считать **техническое рисование**. Техническим рисунком люди пользовались давно и в самых разных его видах. Чаще всего технический рисунок используется при создании новых объектов. Активная творческая деятельность изобретателя, инженера всегда начинается с технического рисунка. Технический рисунок позволяет сразу увидеть преимущество новых конструктивных усовершенствований и дает основание приступить к переоборудованию или замене отдельных деталей машины. Решение задач по проектированию значительно облегчается при предварительном выполнении эскизов, технических рисунков. Думается всем понятно, какое важное место занимает эстетика в сооружениях – общественных, жилищных и т. д.

И наша задача воспитать на лучших традициях старого, учитывая наш новый бурный век, век атомных открытий и космоса, специалиста человека с развитыми эстетическими чувствами, чувством прекрасного. Чтобы было поменьше безликих городов, домов – коробок, неуклюжих, неудобных к эксплуатации станков, похожих на абракадабру. Это можно сделать и особенно на занятиях по техническому рисунку, лекциях по истории архитектуры, по художественному конструированию. Наконец на практических занятиях по черчению и начертательной геометрии. Ведь правду говорят в народе «Строитель – это золотой фонд государства».

И потом, очень важен человеческий облик инженера, ведь инженер работает с людьми. Его идеи встречают совсем другой приём, если он нравится людям просто как человек. А чувство прекрасного, искусства развивает человечность, внимание к людям. Человек, который предан искусству, не может быть плохим человеком. В одинаково равной степени относится это и к преподавателям, работающими со студентами, студентами ищущими, требовательными. И мы должны отвечать своему званию – преподаватель. Вряд ли можно найти такой рецепт, такое предписание – именно вот так мы должны учить, воспитывать чувство прекрасного, чувство эстетики. Великий педагог Ушинский считал воспитание величайшим из искусств.

Роль искусства в формировании личности студента

Селицкий А. А.

Белорусский национальный технический университет

В нашем деле, деле обучения и воспитания особенно важна эстетическая сторона нашей деятельности. От того насколько мы сможем воспитать у наших студентов эстетическое чувство, чувство прекрасного зависит и их дальнейшая деятельность. На работе человек проводит треть всей жизни. И насколько работа будет приносить радость человеку зависит и производительность труда и качество продукции и её эстетическая сторона. Учитывая основное правило педагога – профессионала, обучая - воспитывая, необходимо в полной мере также использовать достижения в области исследования красоты, эстетики, учёных – философов прошлого.

Большой вклад в развитие философии, литературы, архитектуры и строительства внёс древнегреческий философ Платон. Сохранилось довольно много рассуждений Платона о красоте душевной, красоте материальной, о прекрасном. Платон утверждая, что красота – это то, от чего столь реальны, отчётливы и ясны, как понятия длины, величины, глубины, качества числа.

Рисование как одна из форм приобщения к эстетике, а вместе с тем отображения действительности имеет большое значение в творческой деятельности каждого специалиста, а особенно в работе инженера-строителя, поскольку занятие техническим рисунком способствует развитию объёмно-пространственного воображения, учит видеть существующее или проектируемое, изображение на чертеже или эскизе. **Задача рисующего** – научиться правильно видеть и понимать закономерность строения объекта и методически последовательно строить изображения на плоскости, придерживаясь аксонометрических осей или правил и законов перспективы. Эстетическое воспитание активно влияет на умственное развитие, оно совершенствует мышление человека, его память, воображение, развивает познавательные способности. Думается, что внимание к эстетике всё возрастает и как говорил ещё в современном времени А. В.Луначарский: «По мере того, как мы будем богатеть, искусство, /эстетика/ будет всё шире вливаться в жизнь народных масс не только в форме общественного искусства, но проникать в самые жилища рабочего и крестьянина и принося туда радость».

Это повседневный наш быт, наши горести и радости – всё в большинстве своём там в наших квартирах, тут в здании института и т.д. т.е. в тех сооружениях, которые они будут воздвигать.

Дидактические принципы проверки знаний студентов

Телеш Е. А.

Белорусский национальный технический университет

Задача преподавателей и студентов состоит в том, чтобы в процессе проверки и оценки знаний выявить истинное состояние знаний, умений и навыков и тем самым помочь студентам рационально организовать учебную работу в дальнейшем. Успех решения данной задачи непосредственно зависит от соблюдения преподавателем дидактических принципов проверки и оценки знаний.

Под дидактическими принципами проверки и оценки знаний понимаются такие исходные теоретические положения, в соответствии с которыми должна строиться практическая деятельность преподавателя и студентов и на основе которых определяется содержание проверки и оценки знаний, их методы, формы организации и т.д. Конкретное содержание принципов определяется, с одной стороны, целью и задачами воспитания и обучения, в частности, задачами, которые решаются в процессе проверки и оценки знаний; с другой стороны, объективными закономерностями процесса проверки и оценки знаний.

Можно выделить следующие основные дидактические принципы проверки и оценки знаний: действенность, систематичность, индивидуальность, дифференцирование, объективность и единство требований.

Принцип действенности заключается в том, что проверка и оценка знаний студентов не должна только служить верным зеркалом успехов и неудач, но и всегда стимулировать и студентов, и преподавателей к усилиям по достижению в учебной работе новых высот.

Принцип систематичности выражается в том, что проверка и оценка знаний осуществляется не от случая к случаю, а планомерно, в неразрывной связи со всем процессом обучения, по всем учебным предметам, а также должны быть непрерывными на протяжении всего обучения в вузе, и проводиться в определенной последовательности, ритмично, с постепенным усложнением задач, содержания и методики. Лишь получение систематических данных о том, как протекает обучение, позволяет преподавателю проникнуть в процесс получения студентами информации и, следовательно, эффективно воздействовать на формирование знаний и положительных качеств личности.

Принцип индивидуальности означает, что преподаватель должен стремиться к глубокой и справедливой оценке успехов каждого студента, а не группы в целом.

Проверка и оценка знаний – важнейший этап учебного процесса

Телеш Е. А.

Белорусский национальный технический университет

Подготовка высококвалифицированных специалистов в вузах связана с решением сложного комплекса задач. Будущий специалист должен обладать достаточно глубокими профессиональными знаниями, грамотно ориентироваться в социальной среде, приобрести определенные организаторские способности.

Одним из основных показателей качества подготовки студентов является успеваемость. Успеваемость – это концентрированный показатель глубины усвоения будущим специалистом знаний, умений и навыков, даваемых по программе учебного курса. Хорошая успеваемость свидетельствует о систематичности труда, добросовестности и ответственности будущего специалиста за качество своей работы.

На практике успеваемость выявляется на основе проверки и оценки знаний. В педагогической литературе проверка и оценка знаний рассматриваются отдельно как близкие, но различные педагогические явления. Проверка всегда тесно связана с оценкой. Без оценки количества и качества работы проверка несомненно менее эффективна. С другой стороны, оценка, если она не основана на результатах проверки, является случайной, педагогически не только не оправданной, но и вредной. Проверка и оценка знаний – явление сложное и многогранное, место и значение которых в процессе обучения правильно понять можно только в свете тех задач, которые они решают и тех функций, которые они выполняют. Проверка и оценка знаний выполняют следующие функции: контрольную, обучающую, воспитательную, организаторскую, развивающую, методическую.

Проверка и оценка знаний – неотъемлемая и вместе с тем весьма важная часть процесса обучения, ответственный этап на пути от незнания к знанию, от неточного и неполного знания к более точному и более полному. В этом смысле проверка и оценка знаний, решая ответственные задачи, выполняя важные функции в деле подготовки высококвалифицированных специалистов, являются одними из основных этапов процесса обучения.

Инновационные элементы курса «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика» при подготовке инженера-строителя

Шуберт И. М.

Белорусский национальный технический университет

Очередной этап эволюционного развития строительного комплекса в Республике Беларусь - внедрение технологий информационного моделирования. План внедрения технологии информационного моделирования (BIM) утвержден Приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь № 70 от 16.03.2018 «О внедрении технологии информационного моделирования» и содержит перечень мероприятий, осуществление которых планируется вплоть до 2022 года. Как отмечает Министр архитектуры и строительства Республики Беларусь А. Б. Черный: «Применение данных подходов позволит снизить нагрузку на бюджет, сократить непредвиденные затраты на объекте, исключить ошибки при проектировании и подсчетов объемов работ».

Электронная модель строительного объекта (в том числе конструкции, изделия) становится ключевым понятием в современном промышленном и гражданском строительстве, являясь основным средством проектирования, производства, сопровождения объекта на протяжении всего жизненного цикла и утилизации. На современном этапе развития строительной отрасли меняются требования к компетенциям современного инженера-строителя. Меняются и образовательные стандарты и соответственно образовательные программы. Отсюда очевидно, что в содержании программ при подготовке специалистов в техническом вузе электронная модель становится первичным понятием и заменяет собой плоскую модель-изображение, получаемую при проецировании на две плоскости проекций, но такой подход должен осуществляться только на 2-й ступени получения образования – магистратуре. На 1-й ступени студент должен изучить классический раздел курса «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика», а именно, грамотно анализировать условие задачи и прогнозировать результат решения («видеть» результат - фактически 3D модель), уметь решить задачу, используя эпор Монжа.

В дальнейшем, используя современные программные продукты, получать 3D модель и рабочие чертежи строительного объекта, конструкции, детали, изделия, а также необходимой табличной документации (спецификации, ведомости и т. п.). Переходить от твердой копии к электронным документам.

**Информационно-
измерительная техника
и технологии**

Назначение и цели систем противопожарной защиты объектов

Антошин А. А., Василевский А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Специальность 1-38 02 03 00 «Техническое обеспечение безопасности» направлена на обеспечение потребности Республики Беларусь в специалистах, занимающихся разработкой проектной документации современных технических систем обеспечения безопасности объектов, включающих в себя системы противопожарной защиты. Системы противопожарной защиты по выполняемым функциям можно отнести к системам для автоматизации деятельности по обнаружению и тушению пожара, возникшего на объекте, а также по обеспечению безопасных условий эвакуации людей из опасных зон. Согласно требованиям ТНПА в подразделе технического задания «Назначение системы» указывают вид автоматизируемой деятельности и перечень объектов, на которых предполагается ее использовать. Система противопожарной защиты автоматизирует следующие виды деятельности: измерение значения факторов пожара и принятие решения о формировании сигнала «пожар» или сигнала на управление другими техническими средствами пожарной автоматики; управление техническими средствами оповещения в зависимости от места возникновения пожара; контроль за состоянием системы противопожарной защиты и формирование сигналов «норма», «внимание», «неисправность» и т. п. Перечень объектов, на которых предполагается использовать проектируемую систему составляется с учетом необходимости применения на таких объектах систем с конструктивными особенностями отдельных элементов. Например, система противопожарной защиты пансионатов для престарелых людей должна обеспечивать формирование сигналов оповещения, которые способны услышать люди преклонного возраста, или система противопожарной защиты учреждения дошкольного образования имеет особенности в организации оповещения сотрудников такого учреждения и т.д. В подразделе «Цели создания системы» приводят наименования и требуемые значения показателей объекта автоматизации, которые должны быть достигнуты в результате создания системы, и указывают критерии оценки достижения поставленных целей (табл.).

Показатели объекта противопожарной защиты, которые необходимо достигнуть		
	Наименование показателя	Критерий достижения цели
1	Не допустить полный охват помещения пламенем и распространение пожара за пределы	Температура в помещении $T < 450 \div 600^{\circ}\text{C}$
2	Не допустить прерывание технологического процесса из-за пожара не более чем на 1 час	Температура в помещении $T < 180^{\circ}\text{C}$
3	Не допустить гибель людей при тлеющем пожаре в помещении из-за отравления образовавшимся при горении удушающим газом	Токсодоза угарного газа не более $38\ 000\ \text{мкл} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{мин}$

Технология изготовления электродов и контроль их качества при твердофазном легировании эпитаксиальных структур кремния

Гусев О. К., Шадурская Л. И.

Белорусский национальный технический университет

Легирование эпитаксиальных слоев во время роста заданной концентрацией примеси является одной из основных задач эпитаксиальной технологии. Газоразрядное легирование в режиме тлеющего разряда является наиболее перспективным и экологически безопасным методом прецизионного легирования эпитаксиальных структур.

Для получения стабильного объемного тлеющего разряда поверхности электродов должны быть тщательно обработаны и иметь специальную форму. Важное значение при высоких давлениях имеет предотвращение перехода тлеющего разряда в дуговой. При возникновении дугового разряда резко возрастает количество дефектов упаковки в эпитаксиальных структурах. Причем как тлеющий, так и дуговой разряды считаются самоподдерживающимися за счет вторичных электронов, которые обычно испускаются катодом при бомбардировке его положительными ионами. Проведенные исследования показали, что электроды для тлеющего разряда из GaP и GaAs должны иметь форму диска толщиной менее 1 мм и диаметром больше 5 мм или квадрата со стороной 4÷10 мм. В противном случае при протекании разрядного тока по электроду происходит его сильный разогрев, который способствует переходу тлеющего разряда в дуговой. Электроды из LaB₆ изготавливались в виде цилиндров диаметром 4÷10 мм методом спекания взрывом. Из-за высокой проводимости материала электродов из LaB₆ при протекании разрядного тока разогревались незначительно. Пластины GaP, GaAs, а также площадки оснований электродов предварительно обрабатывались микропорошками М-28 и М-14, полировались алмазной пастой АСМ-1. Затем с целью удаления остаточных органических примесей пластины обрабатывались в кипящих органических растворителях. После обезжиривания электроды отмывались в деионизованной воде. После каждой химической очистки осуществлялся контроль качества поверхности на предмет наличия остаточных органических загрязнений. Такие загрязнения обнаруживались с помощью люминесцентного микроскопа при освещении поверхности электрода ультрафиолетовым излучением ртутной лампы.

В результате проведенных исследований разработаны технические требования и технология изготовления электродов для легирования эпитаксиальных структур кремния с использованием тлеющего разряда.

УДК 681.515

Формирование сигнала управления виброподвесом малогабаритного кольцевого лазера модулями ЦАП и КПДП, встроенными в микроконтроллер STM32F407

Кривицкий П. Г., Исаев А. В.

Белорусский национальный технический университет

Одной из подсистем цифрового малогабаритного лазерного гироскопа (далее ЦМЛГ) является виброподвес, создающий дополнительные колебания кольцевого лазера вокруг оси чувствительности.

В ЦМЛГ сигнал управления виброподвесом формируется модулем 12-разрядного ЦАП, входящим в состав периферии управляющего микроконтроллера (МК) STM32F407 [1,2]. Гармоническая форма этого сигнала (в отличие от аппаратно-формируемого импульсного сигнала) оптимальна ЦМЛГ и обеспечивает минимизацию ударных воздействий на КЛ, приводящих к акустическим колебаниям в его конструкции и к росту уровня шума в его выходном сигнале.

Контроллер прямого доступа к памяти (КПДП) DMA1 МК STM32F407 обеспечивает по каналу 5 циклическую (circular mode) выдачу в ЦАП DAC1 выборку состоящей из 64 точек реализации периода синусоиды с частотой, задаваемой таймером TIM8.

Такое решение позволяет гибко управлять частотой и амплитудой виброподвеса. Изменение частоты виброподвеса осуществляется путем занесения требуемого значения в регистр ARR (Auto Reload Register) таймера. Амплитуда задается путем перезаписи массива реализации периода синусоиды.

Применение модуля КПДП позволило «автоматизировать» такой способ формирования управляющего сигнала и разгрузить встроенный в ЦМЛГ микроконтроллер для выполнения ряда приоритетных задач обеспечения функционирования ЦМЛГ, съема и обработки данных и выдачи угловых показаний потребителю (процессору инерциальной навигационной системы).

Применение внешнего ЦАП и вспомогательного микроконтроллера для формирования сигнала управления виброприводом кольцевого лазера

Кривицкий П. Г., Исаев А. В.

Белорусский национальный технический университет

Для системы обеспечения лазерного гироскопа (ЛГ) одной из основных энергопотребляющих подсистем является виброподвес. Потребление питания виброподвеса имеет высокую динамику, и соответственно данная подсистема вносит существенное ошумление в электронные схемы ЛГ. Поэтому есть стремление разработчиков располагать отдельно от других чувствительных к шумам электронных схем источник питания и формирователь сигнала напряжения на пьезопластинах виброподвеса (драйвер вибропривода – ДВП).

Но аналоговый сигнал, управляющий ДВП, тоже не желательно разводить длинными линиями по плате или проводами. Поэтому в [1] для формирования сигнала управления ДВП использован расположенный непосредственно возле ДВП отдельный целиком предназначенный для этого микроконтроллер (МК).

Поскольку вспомогательный МК работает в «однозадачном» режиме, он способен не только вырабатывать аналоговый сигнал встроенным ЦАП, но и формировать аналогичный сигнал внешним 16-разрядным цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП) DAC8560 [2], передавая в ЦАП выборки сигнала управления ДВП по интерфейсу SPI.

Обмен между основным управляющим МК и вспомогательным МК производится по интерфейсу UART и представляет собой эпизодическую передачу параметров управления ДВП (частота, амплитуда, вид и глубина ошумления). Внешний ЦАП расположен непосредственно в схеме ДВП и имеет значительно лучшие рабочие характеристики – на 4 разряда большее разрешения и значительно меньшие шумы. Поэтому данное решение было применено не только при разработке инерциальной навигационной системы, но и в стенде контроля параметров КЛ.

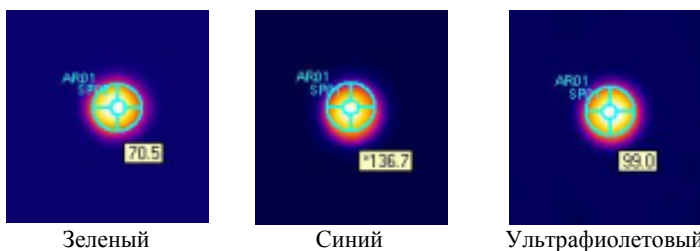
ИК-излучение светодиодов в различных диапазонах длин волн

Куклицкая А. Г., Цвирко В. И.

Белорусский национальный технический университет
Центр светодиодных и оптических технологий НАН Беларуси

Проведены экспериментальные исследования зависимости инфракрасного (ИК) излучения светоизлучающих диодов (СИД) различного свечения от величины питающего тока в различных диапазонах длин волн. ИК-излучение СИД, на поверхность которых для нормализации излучающей способности нанесен слой мелкодисперсных частиц, полученных сжиганием камфары, исследовано с использованием термографов с различным спектральным диапазоном чувствительности. ИРТИС-2000МЕ, имеет спектральный диапазон 3-5 мкм, ThermaCAM A325 - 7,5-13 мкм. Термографы прокалиброваны по черному телу, следовательно, их выходной параметр – температура, пропорциональна интенсивности ИК-излучения.

Исследованы СИД Helio (HMHP-E1L) зеленого, синего и ультрафиолетового свечения. Установлено, что разогрев СИД, зарегистрированный в диапазоне 2-5 мкм в пределах погрешности одинаков для СИД всех типов свечения и не превышает 90 °С. В диапазоне 7,5-13 мкм отмечается существенный разброс температуры при высоких значениях тока питания. На рисунке приведены термограммы СИД зеленого, синего и ультрафиолетового свечения при токе 250 мА.



Термограммы СИД при токе 250 мА

Экспериментальные исследования показали, что в диапазоне 7,5–13 мкм интенсивность ИК-излучения СИД различного свечения сильно отличаются. Самая высокая интенсивность отмечается для СИД синего свечения.

Контроль физических параметров приповерхностных слоев полупроводниковых пластин методом фотостимулированной зондовой электрометрии

Жарин А. Л.

Белорусский национальный технический университет

Измерения потенциала (контактной разности потенциалов) поверхности по методу Кельвина-Зисмана требуют наличия низкочастотной модуляции измерительного сигнала. В классической реализации метода Кельвина-Зисмана такая модуляция обеспечивается механической вибрацией зонда, составляющего одну из обкладок измерительного конденсатора. При воздействии модулированным оптическим излучением регистрируемый сигнал изменений потенциала содержит переменную составляющую, соответствующую поверхностной фотоЭДС. Наличие двух зондов (над освещенным участком поверхности и на фиксированном удалении от нее) позволяет дополнительно определять величину удельного сопротивления поверхности образца на основе анализа затухания сигнала модулированной поверхностной фотоЭДС с расстоянием (рис. 1).

В процессе исследований сигнал модулированной поверхностной фотоЭДС регистрировался на двух длинах волн, соответствующих «желтому» и «синему» участкам видимого спектра. На основании двух полученных значений специализированное программное обеспечение осуществляло расчет значений длины диффузии неравновесных носителей заряда согласно формуле для визуализированной карты распределения (рис. 2) в

соответствии с моделью
$$L_n = \frac{d_2 V_{SPV2} - d_1 V_{SPV1}}{V_{SPV1} - V_{SPV2}},$$
 где V_{SPV1} , V_{SPV2} – фотоЭДС на 1-й и 2-й длинах волн; d_1 , d_2 – глубина поглощения оптического излучения для этих длин волн.



Рис. 1. Схема контроля

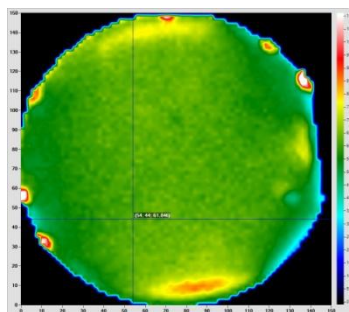


Рис. 2. Результат контроля

Моделирование процессов и структуры планеты с магнитным полем

Мисюкевич Н. С.

Белорусский национальный технический университет

Модель Земли составлена по данным сейсмологии и глубинной сейсморазведки. Поверхность Мохоровичича, отделяющая подошву земной коры от верха мантии, характеризуется скачком скорости прохождения продольных волн (от 7 до 8,2 км/с). На глубине 2900 км мантия заканчивается, наблюдается резкое изменение скорости прохождения продольных волн. Считают, что с этой глубины начинается жидкое верхнее ядро, через него не проходят поперечные волны. С глубин 5100 км начинается нижнее металлическое ядро. Применяемая модель не учитывает вязкость жидкого вещества расплава и его влияние на выравнивание скоростей вращения ядра и оболочки.

Рассмотрим процессы, идущие на стадии формирования планеты из жидкого вещества при его вращении вокруг центра масс. Более тяжелые фракции сосредотачиваются в центре, более легкие перемещаются к периметру. Таково строение мантии. Глубинные слои имеют плотность выше поверхностных. Железо, никель и другие тяжелые металлы стремясь к центру формируют ядро.

Самые плотные слои сформировали центральное металлическое ядро. Давление в жидкости распределяется равномерно. Газы, растворенные в жидком веществе, стремятся в зону пониженной гравитации, т.е. наружу и к центру масс. Формирующаяся при остывании кора планеты препятствует выходу газов. Проведем мысленный эксперимент. Пробурим скважину через центр Земли скважину на другую сторону. Сила притяжения максимальна на поверхности, в центре масс образуется зона невесомости. Концентрируясь возле ядра, пары и газы создали оболочку между ядром и мантией. Разность в моментах инерции ядра и оболочки привела к разным скоростям вращения ядра и оболочки. Ядро вращается со скоростью выше скорости вращения оболочки, формируя магнитное поле. Эта разность скоростей вращения позволяет и оболочке (мантия и кора) и ядру вращаться вокруг центра масс. Газообразная оболочка между ними является средой поддержания различных скоростей вращения в течение длительного времени существования планеты с магнитным полем.

Определение изменения частоты света в вакууме в случае движущегося источника и неподвижного приемника

Невдах В. В.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что неподвижный приемник регистрирует изменение частоты света, испускаемого движущимся относительно него источником. Это эффект Доплера в оптике, который, как считается в современной физической литературе, полностью определяется относительной скоростью движения источника и приемника. Такой подход является физически некорректным, так как приемник взаимодействует со светом, а не с его источником. Поэтому, эффект Доплера в оптике определяется скоростью света относительно приемника. Физически корректная формула, связывающая частоту света v_d , регистрируемого неподвижным приемником, с частотой света v_s , создаваемого движущимся со скоростью u_s источником, имеет вид:

$$v_d = \frac{v_s}{1 + v_s \left(\frac{x}{c + u_s \cos \varphi'} - \frac{l}{c + u_s \cos \varphi} \right)},$$

где l – расстояние между источником и приемником в момент начала создания регистрируемого света, когда вектор скорости источника направлен под углом φ к прямой между источником и приемником, x – расстояние между источником и приемником в момент окончания создания регистрируемого света, когда вектор скорости источника направлен под углом φ' к прямой между источником и приемником.

Из приведенной формулы следует, что в рассматриваемом случае эффект Доплера является нелинейным эффектом, частота регистрируемого приемником света определяется скоростями источника и света, а также геометрией расположения источника и приемника.

Из формулы также следует, что:

- если разность, стоящая в скобках знаменателя, положительная, то $v_d < v_s$ – будет наблюдаться красное смещение спектра;
- если, наоборот, разность, стоящая в скобках знаменателя, отрицательная, то $v_d > v_s$ – будет наблюдаться фиолетовое смещение спектра;
- если же эта разность равна нулю, то $v_d = v_s$ – эффекта Доплера не будет.

Применения оптического эффекта Доплера

Невдах В. В.

Белорусский национальный технический университет

Эффект Доплера в оптике – это изменение частоты света, регистрируемого приемником, при движении источника света или/и его приемника относительно друг друга. Этот эффект широко используется в различных практических применениях. Считается, что, измеряя с помощью доплеровского радара смещение в спектрах, можно с большой точностью определять скорости самых разных движущихся объектов - от спутников, самолетов, кораблей, автомобилей, облаков, морских и речных течений, потоков жидкости и газа до звезд и галактик, параметры вращения планет и их колец, турбулентных потоков в солнечной фотосфере и при этом, не возмущая измерением ни объект, ни его движение. Изменяя ширины доплеровски уширенных спектральных линий, также определяют температуру фотосферы звёзд и высокотемпературной плазмы в термоядерных реакциях.

Во всех перечисленных примерах источники света обычно движутся под произвольным углом относительно прямой, соединяющей источник и приемник, тогда как приводимые в современной физической литературе используются формулы, описывающие эффект Доплера, которые были получены для частных случаев движения источника и приемника вдоль прямой между ними, т. е. для случая продольного эффекта Доплера. В этих частных формулах скорость источника света, движущегося под произвольным углом φ относительно приемника, просто заменена на проекцию этой скорости на прямую между источником и приемником, и полученные формулы рассматриваются уже как общие. Но от такой замены физический смысл частных формул не меняется - они не становятся общими и в принципе не могут применяться для описания эффекта Доплера в случаях движения источника света под углом $\varphi \neq 0$. Кроме того, в этих формулах используется множитель, описывающий так называемое релятивистское замедление времени, что делает эти формулы физически некорректными ещё более, так как в них сравниваются частоты света, имеющие разные единицы измерения для источника и приемника.

Таким образом, использование приводимых в современной физической литературе частных формул для эффекта Доплера в оптике в общих случаях приводит к физически некорректным выводам о свойствах самого эффекта Доплера и об определяемых параметрах движущихся объектов.

**Оценка параметров пространственного распределения
электростатического потенциала многослойных
материалов- конструкций на основе полимеров
при внешней электризации**

Пантелеев К. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью работы является разработка принципов контроля адгезионных свойств диэлектрических слоев, а также границы раздела металлополимерных многослойных материалов-конструкций по параметрам пространственного распределения электростатического потенциала. В работе предлагается в качестве средств измерений использование сканирующей модификации зонда Кельвина. Данная модификация позволяет визуализировать неоднородности адгезионных связей по параметрам пространственного распределения электростатического потенциала, а также таких дефектов, как сплошности покрытий на металлическом основании.

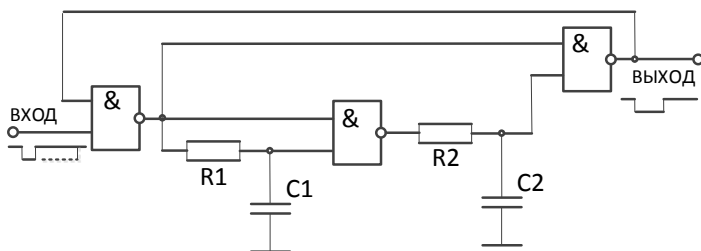
Физическая суть способа поясняется следующим. В случае покрытия металла слоем диэлектрика происходит изменение физико-химического состояния его поверхности, которое отражается на значении работы выхода электрона поверхности. Последнее обусловлено тем, что из-за межмолекулярного взаимодействия (Ван-дер-Ваальсового, полярного, химического или диффузионного) на границе раздела металл-покрытие происходит смещение электрохимических потенциалов (уровень Ферми) внутри металла и образованием двойного электрического слоя на границе раздела путем перехода электронов или ионов с одной поверхности на другую. Нарушение сплошности слоя покрытия, локальных межмолекулярных связей адгезионного соединения, других дефектов на границе раздела, из-за нескомпенсированности межмолекулярного взаимодействия на освобожденной поверхности металла приводят к соответствующим перераспределениям свободных электронов и изменению двойного электрического слоя. Поэтому контроль параметров работы выхода электрона поверхности металлического основания и последующего измерения пространственного распределения электростатического потенциала образца с диэлектрическим покрытием является эффективным методом для оценки качества адгезионного соединения. По результатам измерений строят поверхностно-топологические карты распределения электростатического потенциала, по которым определяют корреляционную зависимость адгезионных свойств по всей плоскости многослойного адгезионного соединения.

Формирователь импульсов заданной длительности с повышенной стабильностью на логических элементах типа ТТЛ

Матюшевский В. М., Олефир Г. И.

Белорусский национальный технический университет

В докладе рассматривается формирователь импульсов (ФИ) [1] (рисунок), длительность выходного импульса которого определяется суммарным временем заряда и разряда конденсаторов $C1$ и $C2$ двух отдельных времязадающих RC-цепей. В результате длительность выходного импульса ФИ практически не зависит от напряжения питания и порога переключения ЛЭ.



Синтез и моделирование в программе MULTISIM ФИ заданной длительности, построенных на ТТЛ-логических элементах (ЛЭ) и RC-цепях, позволяет студентам глубже изучить схемотехнику ЛЭ данного типа, порог переключения которых практически не зависит от напряжения питания.

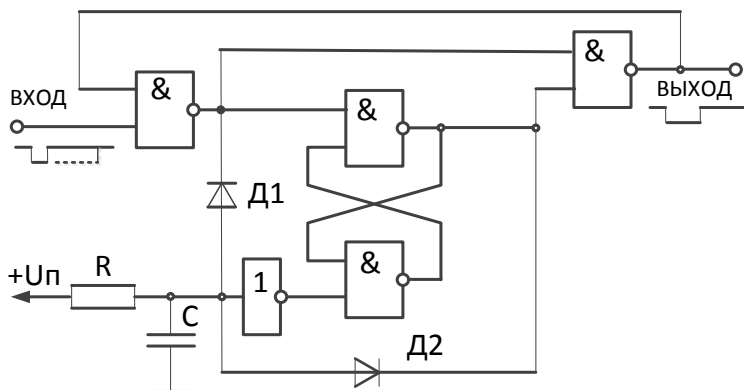
Формирование импульсов большой длительности с малым временем восстановления на цифровых интегральных схемах

Матюшевский В. М., Олефир Г. И.

Белорусский национальный технический университет

Проектирование и моделирование времязадающих функциональных узлов в рамках курсового проектирования по аналоговой и цифровой схемотехнике позволяют студентам лучше усвоить особенности применения цифровых интегральных схем (ИС) в нестандартных режимах. В процессе работы обучающиеся знакомятся с особенностями работы логических элементов при большой длительности фронтов входных сигналов, осваивают методы расчета времязадающих цепей на пассивных элементах.

В докладе рассматривается формирователь импульсов [1] (рисунок), особенностью которого является «восстановление» (разряд) времязадающего конденсатора сразу после окончания выходного импульса независимо от длительности входного импульса.



**Принципы диагностики дефектов обработки поверхности металлов
и диэлектриков зондовым электрометрическим методом**

Тявловский А. К.

Белорусский национальный технический университет

Накопление заряда на поверхности диэлектрического образца непосредственно связано с адгезионной способностью поверхности, определяемой видом и расположением атомов на поверхности, вследствие чего ее значения испытывают значительные отклонения в области дефектов. Фактически, адгезионная способность отражает величину поверхностной энергии твердого тела. Для проводящих материалов существует строгая положительная корреляция между величинами поверхностной энергии и работы выхода электрона (РВЭ) [1, 2]. При этом величина сигнала электрометрического зонда при взаимодействии с поверхностью металлов пропорциональна относительным значениям РВЭ поверхности, взятым с противоположным знаком, а при взаимодействии с поверхностью диэлектриков – плотности электрического заряда на поверхности. Поскольку распределение обеих указанных величин определяется распределением адгезионной способности поверхности, можно говорить о наличии общей закономерности в формировании сигнала электрометрического зонда при взаимодействии с дефектной поверхностью металлов и диэлектриков.

В соответствии с современными представлениями, более высокие значения РВЭ характерны для материалов и кристаллографических поверхностей с более плотной упаковкой атомов на поверхности. В этом случае положительно заряженные ядра атомов материала создают больший заряд на единицу площади поверхности, чем для поверхности с менее плотной упаковкой, что увеличивает силу притяжения отрицательно заряженных электронов. С другой стороны, в используемой для расчета поверхностной энергии модели «оборванных связей», поверхность с более плотной упаковкой атомов имеет меньшее количество непарных («оборванных») связей и, таким образом, способна создать меньшее количество связей с другим материалом, т.е. обладает меньшей адгезией.

Исследование характеристик цифрового термометра сопротивления

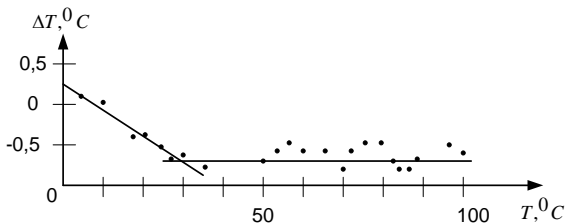
Сопряков В. И.

Белорусский национальный технический университет

Термометры сопротивления на основе металлов являются универсальными устройствами с линейной характеристикой преобразования, которые могут применяться для контроля технологических процессов, в электротехнике, сельском хозяйстве, фармацевтике и мониторинге окружающей среды. Для их правильного применения следует, однако, учитывать их конструктивные особенности.

В работе исследовался термометр электронный цифровой (ЦТ) со щупом-иглой из нержавеющей стали, предназначенный для измерения температуры в диапазоне от $(-50\text{ }^{\circ}\text{C})$ до $(+300\text{ }^{\circ}\text{C})$ с разрешением $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. В процессе установления ЦТ установлено: 1 – для получения стабильных показаний ЦТ следует погружать его в среду не менее, чем на 5 см; 2 – время установления показаний зависит от разности температур среды и датчика; 3 – в диапазоне $20\text{--}35\text{ }^{\circ}\text{C}$ скорость установления показаний составляет приблизительно $1,2\text{ град/с}$; 4 – при измерении температуры может возникнуть нестабильность показаний $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение трех секунд.

Для измерения функции преобразования ЦТ были выбраны ртутные термометры (РТ) с ценой деления $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Проводилась калибровка РТ при температурах таяния льда $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и кипения воды $99,09\text{ }^{\circ}\text{C}$ при давлении 735 мм рт.ст. Показания РТ в этих условиях составили $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $99,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно, так что их показания можно считать действительными значениями температуры. Измерения проводились в квазистатическом режиме, когда скорость нагрева воды была значительно ниже инерционности средств измерения. Зависимость абсолютной погрешности измерения температуры $\Delta T = T_{\text{ЦТ}} - T$ от действительной температуры T показана на рисунке. Как видно, в диапазоне от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ погрешность изменяется от $(+0,3\text{ }^{\circ}\text{C})$ до $(-0,6\text{ }^{\circ}\text{C})$ по линейному закону (мультипликативная погрешность). В диапазоне температур $25\text{--}99,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ наблюдалась аддитивная погрешность $(-0,6\text{ }^{\circ}\text{C})$.



Управление электрическим потенциалом поверхности диэлектриков при осаждении зарядов ионными пучками

Пантелеев К. В., Самарина А. В.

Белорусский национальный технический университет

Исследования закономерностей пространственного распределения электростатического потенциала ряда композитных материалов показали, что для изучения поведения осажденных зарядов средствами сканирующего зонда Кельвина возможно применение дополнительного оптического воздействия [1]. В этом случае контролируемым параметром будет являться не потенциал поверхности, а его изменение под действием оптического излучения, т.е. поверхностная фото-ЭДС.

Исследования выполнялись при изменении условий воздействия оптическим излучением. На рисунке 1 приведены типичные гистограммы распределения поверхностной фото-ЭДС при воздействии рассеянным светом с помощью источника дневного света (рис. 1, а, распределение фото-ЭДС относительно однородно, заряд практически не изменяется) и при непрерывном воздействии источником дневного света и локальным периодическим излучением белого светодиода (рис. 1, б, наблюдаются локальные изменения поверхностного заряда от условий оптического воздействия и его перераспределение).

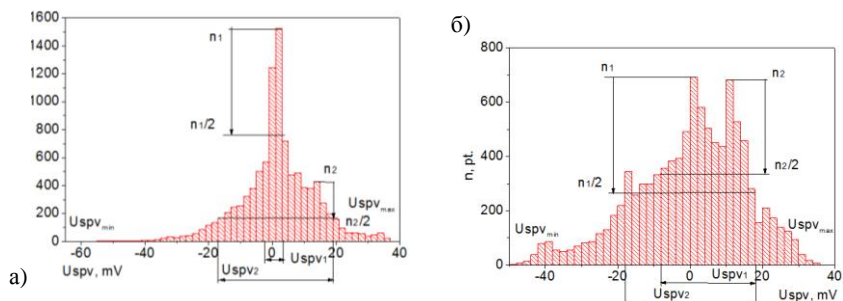


Рис. 1. Гистограммы распределения поверхностной фото-ЭДС образца на основе полиэтилена высокого давления марки 12203-250 наполненного углеродными многостенными нанотрубками (6 % мас.) при воздействии рассеянным светом (а) и при дополнительном локальном воздействии излучением белого светодиода (б)

**Средства регистрации электрофизических параметров
макроскопических поверхностей с наноразмерными дефектами**

Тявловский А. К., Жарин А. Л.

Белорусский национальный технический университет

Существующие методы контроля наноразмерных дефектов поверхностей высшего класса чистоты, в частности, оптических деталей, основываются на ГОСТ 11141-84, предусматривающем использование только визуального контроля. Качество такого контроля зависит от квалификации оператора, вследствие чего получаемые результаты не являются объективными. При этом не обеспечивается выявление дефектов, не проявляющихся в видимом оптическом диапазоне, таких как механические напряжения, дислокации, неоднородности химического состава. Кроме того, в стандарте отсутствуют критерии оценки качества металлических поверхностей с классом чистоты выше V. В то же время, современные технологии обработки поверхности, такие как аддитивная технология формирования наноструктурированных покрытий методом анодирования или алмазное наноточение, обеспечивают фактическую чистоту поверхности, приближающуюся к “нулевому” классу (классы 0-10, 0-20, 0-40 согласно ГОСТ 11141-84), однако подтверждение класса чистоты формально невозможно из-за необеспеченности технологий обработки соответствующими методами контроля.

Для неразрушающего контроля таких поверхностей предлагается использовать средства зондовой электрометрии на основе сканирующего зонда Кельвина. Непосредственно регистрируемой физической величиной являются отклонения локальных значений работы выхода электрона (РВЭ) от среднего для данной поверхности, при этом минимальное значение обнаруживаемых отклонений составляет 2 мэВ. Наибольшее влияние на РВЭ оказывают нарушения структуры поверхности микро- и нанометрового порядка, связанные с изменениями взаимного расположения атомов на поверхности (дислокациями, механическими напряжениями и др.) и вида межатомных связей, что определяет эффективность использования РВЭ для контроля наноразмерных дефектов. Результаты проведенных экспериментальных исследований показали, что достигнутая чувствительность средств измерений на основе методов зондовой электрометрии обеспечивает контроль дефектов поверхности вплоть до высшего класса чистоты 0-10 и более (обеспечивается обнаружение дефектов с поперечными размерами менее 1 мкм, не выявляемых оговоренными стандартом визуальными методами).

Формирование измерительных сигналов широкодиапазонных первичных преобразователей систем оптической диагностики

Свистун А. И., Тявловский К. Л.

Белорусский национальный технический университет

Преобразовательная характеристика широкодиапазонных преобразователей систем оптической диагностики формируется при протекании целого ряда физических явлений и, вследствие этого, является сложной функцией параметров x_i , исследуемого процесса и параметров z измерительного сигнала. Выбор структуры многофункционального датчика систем оптической диагностики зависит от условий формирования и измерения передаточной характеристики, способа ее экспериментальной реализации с учетом выявленных особых точек характеристик чувствительности и особенностей измерительного сигнала.

Свойства одноэлементных фотоэлектрических преобразователей на основе собственных полупроводников с малой концентрацией глубоких примесей, формирующих несколько зарядовых состояний, позволяют реализовывать оригинальные способы измерения не только параметров оптического сигнала, но и перемещений, сил, давления, их производных, обладающие повышенной помехозащищенностью, линейностью выходных характеристик и другими полезными эксплуатационными свойствами. Фотоэлектрические преобразователи с глубокой многозарядной примесью на базе барьерных структур, например, с диодами Шоттки, характеризуются внутренним фотоусилением и знакопеременной спектральной характеристикой, причем положение точки инверсии знака спектральной характеристики не зависит от интенсивности света. Основой применения объемно перезаряжаемых светом и электрическим смещением структур является изменение времени жизни и подвижности неравновесных носителей заряда в результате их перераспределения по уровням рекомбинации и прилипания многозарядной примеси. В работе структур со встречно включенными барьерами Шоттки на противоположных сторонах используется двойная инжекция (неосновных носителей заряда через барьер металл-полупроводник, основных носителей – из омического электрода) и (τ, μ) – механизм инжекционного тока. Поскольку величина заряда определяется и интенсивностью света I и временем воздействия t , а также зависит от прикладываемого напряжения V , то время переключения прибора из высокоомного в низкоомное состояние, интенсивность света и напряжение, приложенное к диоду, оказываются функционально связанными параметрами.

Механизмы управления характеристиками твердотельных сенсорных структур

Гусев О. К., Тявловский К. Л.

Белорусский национальный технический университет

Многообразие задач оптической диагностики требует применения в измерительных преобразователях фотоприёмников с различными функциональными свойствами и диапазонами преобразования: чувствительных или нечувствительных к спектральному составу оптического излучения, чувствительных к слабым оптическим сигналам или сохраняющим чувствительность при высокой интенсивности сигнала. В ряде случаев требуется применение фотоприемников чувствительных к нескольким физическим параметрам.

В основу управляемых твердотельных сенсоров для построения измерительных многофункциональных преобразователей систем оптической диагностики положена физическая интеграция процессов внутри объема чувствительного элемента на базе собственного полупроводника с глубокими примесями. При использовании ряда глубоких примесей (Cu, Fe, Ni, Pt и др.), формирующих несколько энергетических уровней в различных зарядовых состояниях, возникает возможность управления свойствами твердотельных сенсорных структур за счет изменения времен рекомбинации носителей заряда, находящихся на этих уровнях. Причем, для каждого из уровней примеси в одном зарядовом состоянии время рекомбинации постоянно, но отличается от времени рекомбинации для другого уровня на несколько десятичных порядков, что обеспечивает формирование нескольких поддиапазонов преобразования сенсорных структур с переключением между поддиапазонами под действием измерительного сигнала или внешних электрических, или оптических сигналов. Использование для переключения между поддиапазонами преобразования входного оптического сигнала сопровождается расширением динамического диапазона энергетической характеристики, но реализуемой в разных диапазонах спектральной чувствительности с одновременным переключением параметров быстродействия. Предварительно параметры твердотельного фотоэлектрического преобразователя (чувствительность в каждом поддиапазоне и границы между поддиапазонами) можно рассчитать, используя математическую модель зависимости времен рекомбинации и сечений захвата носителей заряда для нескольких зарядовых состояний глубокой примеси.

Конструирование и производство приборов

**Совершенствование технологии изготовления эндопротезов
из нитиноловой проволоки с использованием ультразвука**

Минченя В. Т., Савченко А. Л.

Белорусский национальный технический университет

Анализ конструкций изделий медицинского назначения показал, что применение традиционных технологий при изготовлении элементов и деталей конструкций не всегда приводят к положительным результатам из-за особых свойств нитиноловых материалов. Так изготовление сложных зигзагообразных элементов для стенграфтов, требует предварительного формирования формы изгибов на специальных оснастках. На этих оснастках нитиноловая проволока должна быть натянута на множество выступов и затем произведена термообработка для формирования памяти формы. Из-за сверхупругости нитинола и значительного трения в зонах изгиба нитиноловой проволоки на выступах невозможно обеспечить равномерное натяжение проволоки. При обычном натяжении и дальнейшем отжиге при высокой температуре нитиноловая проволока теряет упругие свойства и проседает, при этом радиус изгиба увеличивается.

Применение метода предварительного охлаждения приспособления и нитиноловой проволоки, частично решает задачу обеспечения копирования приспособления. Если приложить небольшое механическое усилие, изделию из нитинола в охлажденном мартенситном состоянии можно придать любую конфигурацию. Она будет сохраняться до тех пор, пока предмет не нагреют до температуры начала аустенитного превращения, и в процессе нагрева до температуры завершения аустенитного превращения нитинол не перейдет в аустенитную фазу, полностью восстанавливая прежнюю форму и реализуя при этом эффект памяти формы. Однако при сложных конструкциях и малых радиусах изгиба, а также большого числа изгибов из-за трения в зонах контакта нитинол-выступ приспособления невозможно обеспечить хорошее и надежное копирование заданной приспособлением формы.

Нами разработано ультразвуковое устройство, с помощью которого при предварительном натяжении на нитиноловую проволоку подают ультразвуковые колебания.

Установлено, что при ультразвуковом воздействии резко снижаются силы трения в зонах контакта проволоки и оснастки, и повышается точность копирования изгибов на выступах, что облегчает изготовление изделий сложной формы.

**Моделирование процесса истечения гидравлических струй
из отверстий волноводной системы**

Минченя В. Т., Савченко А. Л.

Белорусский национальный технический университет

Ранее проводились исследования волноводных систем для ультразвукового тромболизиса, основой для которых послужили новые методики разрушения внутрисосудистых образований.

В отличие от известных методов предлагаемая система оказывает дополнительное воздействие на артериальную стенку и пристеночные образования потоками кавитационных струй, возникающих в результате действия ультразвука.

С целью повышения эффективности ультразвуковой реканализации сосудов, нами разработан волновод трубчатого типа с рабочей головкой с дистальным концом в виде сферы с радиальными отверстиями.

Данный тип волновода позволяет обрабатывать стенку сосуда как механическим воздействием, так и направленным действием струи физиологического раствора исходящей из отверстий дистального конца, под действием продольных ультразвуковых колебаний.

Для определения давления на тромб, создаваемого струей, дистальный конец волновода рассматривается как трубчатый стержень с отверстиями, по которому подается физиологический раствор, стержень вводится в артерию и подключается к источнику продольных ультразвуковых колебаний.

На основании закона Гагена – Пуазейля, рассчитано удельное гидравлическое сопротивление дистальной части трубчатого волновода с отверстиями в расчете на единицу длины. Получено дифференциальное уравнение для расчета изменения давления вдоль трубки.

Показано, что для повышения устойчивости трубчатого волновода, при воздействии ультразвука, расположение пор должно быть строго регулярным вдоль образующих и направляющих цилиндра.

Получена система уравнений для расчета давления струи физиологического раствора на тромб при ее выбросе из отверстий волновода на дистальном конце.

Теоретически установлено, что в случае, если скорость крови значительно меньше скорости физиологического раствора истекающего из поры, то тромб упруго реагирует на силу воздействия струи и его разрушение не происходит.

Совершенствование технологии изготовления сварных конструкций из нитиноловой проволоки

Минченя Н. Т., Королев А. Ю., Филонова М. И.
Белорусский национальный технический университет

Исследовался процесс сварки проволоки встык и внахлест на режимах, позволяющих получить требуемые механические характеристики в месте сварного шва.

Готовое изделие (эндопротез сосуда) в процессе работы подвержено циклическим деформациям вместе с пульсирующими стенками сосудов и в связи с этим испытывает усталостные напряжения. Для проверки усталостных характеристик образец подвергался циклическому нагружению, в том числе в коррозионно-опасной среде, после чего оценивались его механические характеристики.

Для сварки использовалась имеющаяся в наличии StarCut Tube (ROFIN-BAASEL Lasertech GmbH & Co.KG, Германия)

Исследование статической прочности швов выполнялось на разрывной машине Tinius Olsen H150K-U (Великобритания)

Образцы подвергались статическому нагружению вдоль оси проволоки с увеличением нагрузки до разрушения шва.

Исследование циклической прочности сварных швов выполнялось на специально разработанной установке. Замкнутые образцы подвергались циклическому нагружению с частотой 25 Гц и амплитудой 5 мм в течение 5 часов. После этого исследовалась целостность шва.

Для оценки возможности лазерной сварки были взяты образцы проволоки диаметром 0,35 мм, используемой для изготовления каркасов стент-графтов. Часть образцов подвергалась сварке встык, часть внахлест с различными режимами.

В ходе испытаний образцов на разрывной машине было установлено, что при исследуемом диаметре проволоки стыковые швы не обладают достаточной прочностью. Разрушающая нагрузка составила около 30% от предела прочности сплошного нитинола. Поэтому использование стыковых швов является нецелесообразным.

В ходе испытаний образцов, сваренных внахлест, были получены значения разрушающей нагрузки, соответствующие пределу прочности сплошного нитинола, то есть можно сделать вывод о достаточной статической прочности шва. Усталостная прочность образцов также оказалась достаточной для их использования.

Исследование влияния амплитудно-частотных характеристик волноводных систем трубчатого типа на эффективность воздействия на артериальную стенку *in vitro*

Минченя Н. Т., Королев А. Ю., Филонова М. И.
Белорусский национальный технический университет

Для исследование влияния амплитудно-частотных характеристик волноводных систем трубчатого типа на эффективность воздействия на артериальную стенку *in vitro* изготовлен экспериментальный образец аппаратно-программного комплекса для исследования упруго-эластических свойств артериальной стенки на фантомах.

Комплекс позволяет измерять геометрические параметры, плотность, модули Юнга и Петерсона, коэффициент растяжимости и коэффициент податливости, скорость пульсовой волны и массу артериального сегмента образца.

Наилучшим вариантом образцов для проведения исследований упруго-эластических свойств артерий в условиях внутрисосудистого ультразвукового воздействия с применением волноводно-катетерных систем трубчатого типа является использование трупных сосудов животных.

Комплекс условно можно разбить на две части: гибкая волноводная система, состоящая из волновода, управляемого генератора ультразвуковых колебаний, катетерной системы для подачи физиологической жидкости; средства оценки геометрических и механических параметров образца.

Фантом сосуда подвергается внутреннему давлению посредством баллонного катетера. Давление создается приспособлением через распределитель. То же давление через распределитель поступает на датчик давления для его измерения и регистрации посредством электронной схемы и персонального компьютера. При подаче давления измеряется деформация фантома, сигнал от измерителя которого также может обрабатываться персональным компьютером. В процессе измерения на фантом сосуда осуществляется ультразвуковое воздействие.

Апробирование комплекса осуществлялось в лаборатории БелМА-ПО при участии к.м.н Чура Сергея Николаевича.

Изготовленный комплекс опробован на фантоме сосуда в режиме измерения колебаний давления в катетере при ультразвуковом воздействии. Из результатов видно, чувствительность системы достаточна для регистрации колебаний давления с разрешением до 0,5%.

Интеллектуальная среда для профессиональной деятельности преподавателя

Зайцева Е. Г.

Белорусский национальный технический университет

Создание интеллектуальной среды для профессиональной деятельности является закономерным этапом развития концепции «интеллектуальный дом». Функциями интеллектуальной среды для профессиональной деятельности преподавателя являются повышение уровня качества и производительности труда преподавателя, а также сохранение его здоровья. К основным направлениям деятельности преподавателя относятся методическая работа, обучение и научные исследования.

Методическая работа предусматривает подготовку методической документации (учебных планов, программ, других документов), создание учебников, лабораторных практикумов, других пособий, причем форма предоставления материалов изменяется со временем и значительные временные затраты требуются для утверждения материалов. Поэтому одной из актуальных задач в интеллектуальной среде является подготовка программного обеспечения, где функция создания требуемой формы методического материала, а также процесс его правового оформления возложен на компьютерную программу. Кроме того, необходимо создание программного обеспечения «электронный секретарь», который отслеживает сроки предоставления методической информации преподавателем и своевременно напоминает ему об этом. Для подготовки лабораторных практикумов необходимо создание программ, обеспечивающих синтез виртуальной среды, в которой будет производится лабораторная работа. Это откроет возможности для оперативной модернизации лабораторного практикума, сэкономить ресурсы, а также способствовать развитию дистанционного обучения, которое является первым шагом в создании интеллектуальной среды для обучения.

Процесс непосредственного обучения является объектом, требующим максимальной модернизации. Традиционное изложение материала возможно заменить дистанционным просмотром соответствующих видеоматериалов при возможности студентов остановить просмотр и задать преподавателю, дистанционно присутствующему на лекции, возникшие вопросы. При этом сохраняется возможность переработки видеоматериалов при наличии необходимости. Данный вид деятельности также можно осуществлять в домашних условиях.

Механизированное приспособление для вращения шара при шлифовании кольцевым алмазным инструментом

Щетникович К. Г.

Белорусский национальный технический университет

Шлифование шаров из поделочного камня часто выполняют на универсальных станках с вертикально расположенным шпинделем типа ОС или СД, используемых в оптическом производстве. Прижим шара к кольцевому алмазному инструменту и необходимое движение подачи заготовки осуществляется вручную. Процесс обработки является трудоемким, требующим от мастера высокой квалификации и больших физических усилий. Механизированное приспособление предназначено для сообщения шару сложного сферического движения, обеспечивающего равномерную обработку заготовки кольцевым инструментом.

В процессе шлифования шар совершает вращение вокруг горизонтальной оси, а затем поворачивается на некоторый угол вокруг вертикальной оси. Вращение шару вокруг горизонтальной оси сообщают с помощью двух приводных конических фрикционных роликов, прижимаемых к заготовке с противоположных сторон. Ролики вращают в одном направлении с одинаковыми угловыми скоростями.

Необходимое давление шара на алмазный инструмент задается вертикальным нагрузочным роликом и дополнительных грузов. Для циклического вращения шара вокруг вертикальной оси используется момент сил резания, приложенных к заготовке кольцевым алмазным инструментом. Для временного устранения тормозящего действия фрикционных роликов, на их конических поверхностях выполняют лыски. При синхронном вращении конических роликов контакт заготовки с ними периодически разрывается и под действием сил резания происходит поворот шара вокруг вертикальной оси. При контакте с коническими роликами шлифуется другой участок сферической поверхности шара в виде шарового пояса.

Диаметр роликов согласован с диаметром шара, поэтому поворот вокруг вертикальной оси происходит после того, как заготовка совершила не менее целого оборота вокруг горизонтальной оси. Угол поворота шара вокруг вертикальной оси зависит от размера лыски на роликах, их угловой скорости и усилия прижима нагрузочного ролика к заготовке. Меняя эти параметры можно управлять кинематикой шара при шлифовании. Приспособление позволяет одновременно обслуживать несколько станков и улучшить условия труда.

Сборный инструмент для шлифования шариков из неметаллических материалов

Щетникович К. Г.

Белорусский национальный технический университет

Заготовки шариков, поступающие на операцию шлифования, в большинстве случаев имеют значительные отклонения от сферической формы и большую разноразмерность. Дальнейшая групповая обработка шариков выполняется при силовом замыкании дискового инструмента, но давление в начальный период шлифования распределяется между заготовками крайне неравномерно. В технологической системе возникают вибрации и вследствие динамических нагрузок возможно повреждение заготовок из хрупких материалов.

В состав сборного инструмента входит верхний диск с наклонными отверстиями, расположенными по его периферии, и установленные в отверстиях трубчатые вставки с цилиндрическим хвостовиком, опирающиеся кольцевой поверхностью на обрабатываемые шарики. Шарик вращается под трубчатой вставкой при контакте с эксцентрично расположенным нижним диском, имеющим эластичное фрикционное покрытие. Диски вращают в противоположные стороны.

Вставки на верхнем диске установлены с возможностью ограниченного осевого смещения в пределах деформации упругих шайб, подкладываемых под выступы хвостовиков. В начальный период шлифования нагрузка на верхний диск выбирается таким образом, чтобы при контакте заготовок с трубчатыми вставками величина осевого смещения последних не превышала податливости упругих шайб. При этом обеспечивается силовое замыкание инструмента со всеми шариками, а допустимая нагрузка на верхний диск увеличивается. Вибрации оборудования уменьшаются, так как отсутствует жесткий контакт заготовок и инструмента. По мере улучшения формы заготовок нагрузку на верхний диск увеличивают, обеспечивая жесткий контакт вставок с верхним диском и уменьшение разноразмерности шариков.

Наклонное расположение вставок уменьшает вероятность подрыва верхнего диска, так как нижний участок кольцевой поверхности контакта с шариком расположен под углом к торцу нижнего диска, близким к прямому. При изнашивании трубчатых вставок их профиль в поперечном сечении не меняется, что значительно повышает стойкость инструмента. Сборный инструмент может использоваться при шлифовании шариков из стекла, керамики, ювелирных камней.

Устройства для транспортирования высоковязких жидкостей

Луговая И. С., Луговой В. П.

Белорусский национальный технический университет

Перекачивание высоковязких жидкостей и жидкостей, не обладающих текучестью, представляет определенные трудности, обусловленные высоким внутренним трением слоев жидкости и вследствие потерь производительности в трубопроводе. К числу подобных жидкостей относятся: пищевые продукты (мёд, патока, смола, фарш, тесто, паста, крема, крахмалы) строительные материалы (глина, цемент, герметик и прочие), нефтепродукты и др. Они встречаются в химической и текстильной, винной и хлебопекарной, косметической и кондитерской, молочной и лакокрасочной, строительной промышленности и многих других сферах деятельности.

Гидравлические схемы для транспортирования подобных высоковязких жидкостей имеют некоторые особенности, вызванные сравнительно большими затратами мощности привода из-за больших потерь на трение. В связи с этим, для таких систем не всегда приемлемы насосы, используемые в традиционных гидросхемах. К числу насосов, предназначенных для перекачки высоковязких жидкостей, относятся объёмные насосы: винтовой, шестеренный, мембранный, перистальтический, кулачковый, импеллерный. Тип насоса зависит от свойств высоковязкой магнитно-реологических жидкостей. Каждый из примененных типов имеет свои достоинства и недостатки.

В зависимости от назначения в такие гидравлические схемы могут быть включены различные устройства для осуществления тех или иных технологических задач. К их числу можно отнести устройства для: нанесения высоковязких жидкостей, перемешивания, заполнения шприцев, распыления, слива, фильтрации, отпуска жидкости, для дегазации, дозирования.

Кроме того, гидравлические схемы с высоковязкими жидкостями могут содержать при необходимости различные вспомогательные устройства, предназначенные для обработки транспортируемых жидкостей, отбора проб, регулирования и измерения вязкости, а также резервуары для накопления жидкостей.

Приведенный анализ показал, что вопрос, связанный эксплуатацией гидравлических схем с высоковязкими жидкостями требует дальнейшего изучения и разработки методики их расчетов и проектирования.

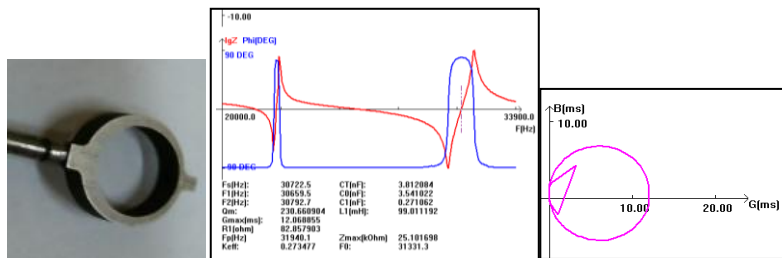
Резонансная характеристика ультразвуковой системы с кольцевым концентратором

Луговой В. П., Луговой И. В

Белорусский национальный технический университет

Ультразвуковые системы, как правило, содержат концентраторы продольных колебаний, к которым присоединяют инструмент для выполнения технологической операции. Концентраторы стержневого типа обладают технологичностью, простотой эксплуатации и хорошими электромеханическими характеристиками. В меньшей мере изучены концентраторы, позволяющие возбуждать изгибные и крутильные колебания. В связи были проведены исследования характеристик кольцевых концентраторов, способных преобразовать продольные колебания акустической системы в изгибные, которые более интенсивны по сравнению с первыми.

Кольцевой концентратор диаметром 48 мм был изготовлен из титанового сплава ВТ 1 (рис. а). Круговая диаграмма сопротивлений акустической системы с использованием данного кольцевого концентратора показана на рис. б, а круговая диаграмма – на рис. в.



Кольцевой концентратор (а), круговая диаграмма сопротивлений (б) и резонансная характеристика акустической системы (в)

Видно, что резонансные свойства акустической системы выявляются на двух частотах: 22,3 и 31, 94 кГц, что является ее достоинством, позволяющим расширить диапазон работы предложенной акустической системы. Характеристика имеет два минимума и максимума. На низких частотах сопротивление уменьшается, а затем с повышением частоты появляется максимум сопротивления. Заход круговой диаграммы в область отрицательных значений имеет упругий характер.

**Сопротивление
материалов
и теория упругости**

Использование конечно-разностной модели для определения температурных напряжений в дорожной плите

Шевчук Л. И., Пшембаев М. К.

Белорусский национальный технический университет

Наиболее характерным и опасным видом разрушения являются микро-трещины в поверхностном слое. Одной из основных причин их образования – это воздействие погодно-климатических факторов, связанных с большими изменениями температуры поверхности покрытия и появлением в верхнем слое больших градиентов температур.

Рассмотрена прямоугольная плита постоянной жесткости. Для определения напряжений от воздействия температуры использована конечно-разностная модель. По методам теории упругости и теории тонких плит составлены дифференциальные уравнения, представленные в конечных разностях.

$$U_{i,j,k} = A_1(U_{i+1} + U_{i-1}) + A_2(U_{j+1} + U_{j-1}) + A_3(U_{k+1} + U_{k-1}) + A_4(V_{i+1,j+1} - V_{i-1,j+1}) + A_4(V_{i+1,j-1} - V_{i-1,j-1}) + A_5(W_{i+1,k+1} - W_{i-1,k+1} - W_{i+1,k-1} + W_{i-1,k-1}) + A_6(T_{i+1} - T_{i-1}).$$

$$V_{i,j,k} = B_1(V_{i+1} + V_{i-1}) + B_2(V_{j+1} + V_{j-1}) + B_3(V_{k+1} + V_{k-1}) + B_4(U_{i+1,j+1} - U_{i-1,j+1}) + B_4(U_{i+1,j-1} - U_{i-1,j-1}) + B_5(W_{j+1,k+1} - W_{j-1,k+1} - W_{j+1,k-1} + W_{j-1,k-1}) + B_6(T_{k+1} - T_{k-1}).$$

$$W_{i,j,k} = C_1(W_{i+1} + W_{i-1}) + C_2(W_{j+1} + W_{j-1}) + C_3(W_{k+1} + W_{k-1}) + C_4(U_{i+1,k+1} - U_{i-1,k+1}) + C_4(U_{i+1,k-1} - U_{i-1,k-1}) + C_5(V_{j+1,k+1} - V_{j-1,k+1} - V_{j+1,k-1} + V_{j-1,k-1}) + C_6(T_{k+1} - T_{k-1}).$$

Коэффициенты приведенных уравнений выражены через физические коэффициенты изотропного однородного тела и шагов конечно-разностной сетки [1]. По краям прямоугольной плиты и на ее подошве приняты условия отсутствия перемещений. Для получения численного решения использован метод последовательного приближения (метод Зейделя). Получен характер распределения нормальных напряжений при разных законах изменения температуры по толщине плиты.

Влияние градиента и времени воздействия температур на характер распределения нормальных напряжений в дорожном покрытии

Шевчук Л. И., Пшембаев М. К.

Белорусский национальный технический университет

Для исследования характера распределения нормальных напряжений по толщине в дорожном покрытии составлена компьютерная программа *Parus*. Программа позволяет получить решение при любом распределении и времени действия температуры по толщине покрытия. Результаты расчета приведены на рис. 1.

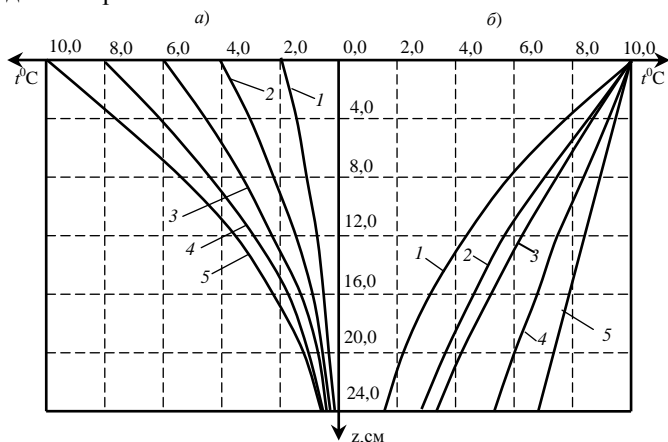


Рис. 1. Графики распределения температуры по глубине покрытия при разных температурах его поверхности и нагревании в течение 15 минут (а) и при разном времени воздействия температуры (б) на покрытие (на рис. 1а: 1. – $t_n = 2^{\circ}\text{C}$; 2. – $t_n = 4^{\circ}\text{C}$; 3. – $t_n = 6^{\circ}\text{C}$; 4. – $t_n = 8^{\circ}\text{C}$; 5. – $t_n = 10^{\circ}\text{C}$; на рис.1б: 1.– $\tau = 45$ мин; 2.– $\tau = 90$ мин; 3.– $\tau = 120$ мин; 4.– $\tau = 300$ мин; 5.– $\tau = 720$ мин)

Установлено, что распределение нормальных напряжений по толщине дорожного покрытия имеет сложный нелинейный характер (рис. 1). При времени нагрева 15 мин. разность температур верхней и нижней поверхностей плиты не оказывает существенного влияния на температуру вблизи подошвы плиты, но увеличивает градиент ее изменения (рис.1, слева). Более медленное нагревание плиты уменьшает градиент температур, При этом наблюдается выравнивание характера распределения температуры по толщине плиты (рис. 1, справа).

Способ решения систем разрешающих уравнений, формируемых в методе конечных элементов (программа *Sturm*)

Вербицкая О. Л.

Белорусский национальный технический университет

При решении многих задач в механике появляется необходимость решения больших систем линейных алгебраических уравнений. При этом матрицы коэффициентов являются сильно разреженными, то есть когда количество нулевых коэффициентов является подавляющим. Так при расчете прямоугольных плит МКЭ в каждом уравнении, содержится 3000 и более коэффициентов. При этом количество ненулевых коэффициентов не превышает одиннадцати.

Для эффективного решения таких систем требуется использовать специально разработанную технологию разреженных матриц [1]. При этом матрицу коэффициентов следует записывать в специальном формате, который представляет эту матрицу в виде трех линейных массивов – значения ненулевых коэффициентов, номеров позиций в строке и указателей первого элемента в каждой строке *RR (C) U* – *Row-wise Representation Complete and Unordered*.

Указанный способ хранения больших сильно разреженных матриц использован при разработке компьютерную программу *Sturm*. Для учета особенностей получаемой матрицы и сокращения времени расчета выделяется диагональная, треугольные верхняя и нижняя матрицы (*Sherman, 1975*). По схеме Шермана возможны два варианта, когда используются нижняя и диагональная матрицы или верхняя и диагональная матрицы. В частности эта схема применяется при треугольной факторизации матрицы A

$$A = LDU,$$

где L – нижняя треугольная матрица;

U – верхняя треугольная матрица;

D – диагональная матрица.

Как показали сравнительные расчеты прямоугольных плит на моделях, содержащих 900 КЭ, использование технологии разреженных матриц (программа *Sturm*) и традиционным методом исключения (Гаусса) время сокращается в несколько сотен раз, но алгоритм решения системы линейных алгебраических уравнений по технологии разреженных матриц усложняется.

Функциональные возможности авторской компьютерной программы *Sturm*

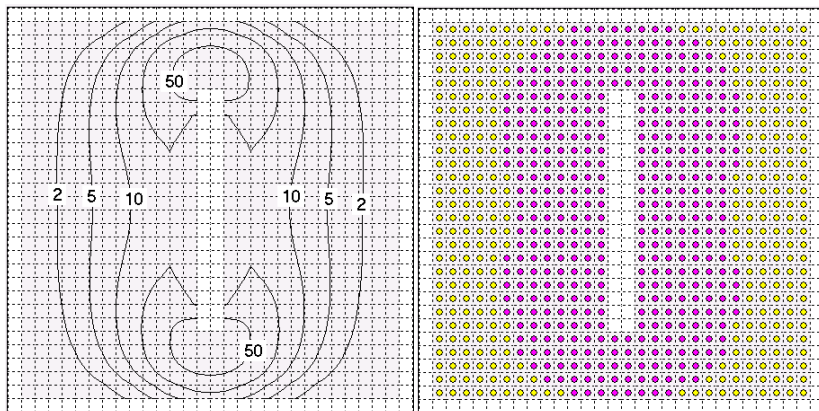
Вербицкая О. Л.

Белорусский национальный технический университет

Программа *Sturm* составлена на алгоритмическом языке *Pascal* в среде *Delphi-7* и предназначена для выполнения расчетов прямоугольных железобетонных плит, нагруженных поперечными нагрузками. Управление программой осуществляется с помощью меню. Исходные данные и результаты программы *Sturm* позволяют следующее:

- создание конечно-элементной модели плиты;
- построение модели с отверстиями и щелями;
- осуществлять нагружение плиты сосредоточенными силами и моментами:
- учитывать армирование плиты;
- задавать ограничения по прочности, жесткости и раскрытию трещин;
- учитывать нелинейность деформирования железобетонной плиты;
- выводить результаты в цифровой и графической формах – эпюры, карты изолиний и пиктограммы;

Пример вывода результатов расчета прямоугольной плиты со щелью в виде карты изолиний изгибающих моментов M_x (рисунок, слева) и пиктограммы выполнения условий прочности (рисунок, справа) приведен на рисунке.



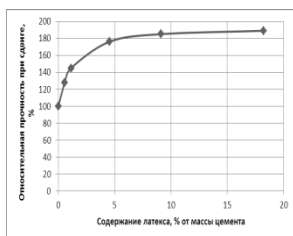
Карта изолиний M_x и пиктограмма прочности

Особенности восстановления асфальтобетона цементобетонным покрытием

Евсеева Е. А., Югова М. В.

Белорусский национальный технический университет

За последние 20 лет создано поколение высоко функциональных бетонов, обладающих высокой прочностью, морозостойкостью, трещиностойкостью, самоуплотнением, ранним набором прочности, что позволило разработать технологию ремонта асфальтобетонных покрытий с использованием модифицированных цементобетонов. Новый метод реабилитации асфальтового полотна требует максимально прочного соединения относительно тонкослойного цементобетона и существующего асфальтобетона. В результате покрытие рассматривается как одно смешанное, а не как два различных слоя. При этом возможно применять более тонкий слой бетона, толщиной 100–200 мм. Для этого на подготовленное асфальтобетонное покрытие наносят связующий слой из цементного клея. Для улучшения адгезии нами была получена склеивающая прослойка на основе цемента между старым асфальтобетоном и новым покрытием.



Изменение относительной прочности сцепления слоев покрытия при сдвиге в зависимости от содержания латекса

В качестве вяжущего материала использовался портландцемент М500 (ГОСТ 33174). Для модифицированной цементно-песчаной смеси применялся песок природный средний с модулем крупности M_k 2,5 (ГОСТ 8736). Асфальтобетонные образцы формировались из заранее отобранных кернов. Модифицирующая добавка представляла собой стирол-акриловый латекс, продукт сополимеризации эфиров акриловой кислоты со стиролом, марки 12300-00-BULK ENCOR 2421 BULK, pH = 8,3; сухой остаток 49,3 масс.%. Концентрация добавки соответствовала 0,57–18,2 процентного содержания латекса по массе цемента (в пересчете на сухое вещество), первая серия (без добавки) – контрольные образцы. Латекс вводился с водой затворения. Эффективность оценивалась сравнением показателей качества контрольного и модифицированного составов. На рисунке представлено изменение относительной прочности слоев покрытия при сдвиге в зависимости от содержания латекса. Как видно из графика, прочность сцепления слоев при сдвиге увеличивается скачкообразно при добавлении латекса до 4,5%. Больше содержание добавки приводит к плавному и незначительному росту прочности.

**Исследование свойств цементобетона, модифицированного
стирол-акриловым латексом**

Евсеева Е. А.

Белорусский национальный технический университет

Для оценки качества склеивающей прослойки между слоями асфальтобетона и цементобетона целесообразно было исследовать изменение физико-механических свойств цементного теста с добавлением стирол-акрилового латекса. Испытания проводились согласно ГОСТ 30744-2001. В качестве вяжущего материала использовался портландцемент М500 (ГОСТ 33174). Для модифицированной цементно-песчаной смеси применялся песок природный средний с модулем крупности $M_k 2,5$ (ГОСТ 8736). Вода для затворения соответствовала требованиям ГОСТ 2874. Модифицирующая добавка представляла собой стирол-акриловый латекс, продукт сополимеризации эфиров акриловой кислоты со стиролом, марки 12300-00-BULK ENCOR 2421 BULK, $pH = 8,3$; сухой остаток 49,3 масс.%. Концентрация добавки соответствовала 0,57-18,2 процентного содержания латекса по массе цемента (в пересчете на сухое вещество), первая серия (без добавки) - контрольные образцы. Латекс вводился с водой затворения. Эффективность оценивалась сравнением показателей качества контрольного и модифицированного составов. Полученные результаты показали, что введение добавки способствует существенному сокращению начала схватывания: содержание латекса до 1% ускоряла схватывание с 168 до 142 минут, при содержании добавки более 15% тесто начинало схватываться уже через 76 минут. При этом латекс оказывает разжижающее действие, значительно увеличивая подвижность цементного раствора.

Следует отметить, что существенное изменение свойств цементного теста фиксируется при содержании латекса до 5% от массы цемента. Для определения прочности цементно-песчаной композиции в зависимости от содержания латекса готовились стандартные образцы $4 \times 4 \times 16$ см и испытывались на сжатие и изгиб согласно ГОСТ 30744-2001. Соотношение песок: цемент принималось 3:1. Испытание образцов-балочек на сжатие показало, что увеличение содержания добавки до 5% от массы цемента способствовало росту прочности на 25-30%. При дальнейшем увеличении концентрации латекса прочность росла незначительно. Аналогичные результаты были получены при испытании на изгиб: при введении латекса до 4,5-5% прочность образцов увеличилась на 35-40%, а далее практически не изменялась. Исследования показали положительную способность полимера направленно улучшать свойства цементных композиций на его основе.

Расчет напряжений и деформаций при нагружении бетонной плиты колесом автомобиля

Босаков С. В., Зиневич С. И.

Белорусский национальный технический университет

Одним из недостатков цементобетонных покрытий является то, что от укладки смеси до ввода покрытия в эксплуатацию требуется длительный и тщательный уход за бетоном, пока он не приобретет необходимую прочность. Это ограничивает возможности использования цементобетона при перестройке и капитальном ремонте дорог. Интерес в этом плане представляют сборные бетонные покрытия, когда бетонные плиты готовятся на заводах заблаговременно. Строительные работы в этом случае можно выполнять в течение всего года, используя и неблагоприятные для бетонных работ периоды. Вместе с тем, устройство сборных покрытий на сегодняшний день не нашло широкого применения. Одной из причин этого является трудность поддержания ровности покрытия в процессе эксплуатации из-за просадки отдельных плит, нарушения стыков и отдельных локальных разрушений. По мнению авторов, причинами этого являются, в том числе, и несовершенство методов расчета плит на упругом основании. В настоящей работе выполнен статический расчет прямоугольной плиты на двухслойном упругом основании в традиционной постановке. В качестве основания принимались однородные грунты с верхним и нижним слоем в виде полупространства. Рассмотрен вариант нагружения плиты внешней нагрузкой от колеса расчетного автомобиля. Расчет выполнен методом Б.Н. Жемочкина с использованием пакета символьной математики. Плита разбивалась на 72 прямоугольных участка, в центре которых устанавливалась вертикальная связь, через которую осуществлялся контакт плиты с упругим основанием. Полученная, статически неопределимая система, рассчитывалась смешанным методом строительной механики, где за неизвестные принимались усилия в вертикальных связях, а также линейное и два угловых перемещения защемления, введенного по оси симметрии плиты. Коэффициенты при неизвестных усилиях в связях Б.Н. Жемочкина определялись по методике, приведенной ранее в работе одного из авторов. В результате расчета получены поверхности вертикальных перемещений плиты, а также реактивные напряжения на контакте плиты с упругим основанием.

Предлагаемый подход может быть использован для поиска решений по оптимальной (достаточной) прочности основания под бетонные плиты при заданной нагрузке, а также для расчетов шарнирно соединенных сборных железобетонных дорожных плит.

Плита для сборных дорожных покрытий

Зиневич С. И., Босаков С. В.

Белорусский национальный технический университет

Опыт эксплуатации сборных бетонных покрытий при интенсивном движении тяжелых автомобилей показал, что, несмотря на высокую прочность самих бетонных плит, под ними необходимы прочные основания. При непосредственной укладке бетона на грунт в нем, в результате нажимов упруго прогибающихся при проходах автомобилей плит, накапливаются остаточные деформации. Вначале под плитами образуются полости, плиты теряют контакт с грунтом, а затем в них появляются трещины. Увеличение прочности основания увеличивает стоимость дорожной одежды.

Для увеличения жесткости плиты (т.е. уменьшения ее осадок при проезде транспорта), авторами предложено плиты устраивать с двумя продольными ребрами, а сами плиты укладывать на рыхлый перемешанный с цементом грунт. С целью определения зависимости жесткости плиты от наличия и формы поперечного сечения продольных ребер, выполнены расчеты с использованием метода конечных элементов на ПК «Лира». Конечно – элементная модель плиты образована из 8-ми узловых и 6-ти узловых пространственных конечных элементов. Всего для плиты модель включала 19152 узлов и 18943 конечных элементов. Упругое основание моделировалось упругими вертикальными связями, находящимися в каждом нижнем узле. Плита загружалась нагрузкой эквивалентной нагрузке от колеса расчетного автомобиля в четырех точках: колесо посередине плиты, колесо на углу плиты, два колеса одновременно на линии перпендикулярной продольной оси плиты и находящейся в начале (или конце) плиты и два колеса одновременно на линии перпендикулярной продольной оси плиты и проходящей через ее центр. При одинаковой площади поперечного сечения продольного ребра исследовались следующие его формы: треугольная, овальная (полукруг) и прямоугольная. Проведенные расчеты показали, что наиболее оптимальной формой с точки зрения увеличения жесткости плиты является треугольная форма. Перепады высот у такой плиты, при загрузке ее колесом расчетного автомобиля, оказались наименьшими. По сравнению с типовой плитой (плитой без продольных ребер) наличие продольных ребер треугольного поперечного сечения увеличивает жесткость плиты на 45 - 64 % в зависимости от схемы загрузки, т.е. от места положения расчетного колеса (или двух колес) на плите.

Использование плит с продольными ребрами треугольного поперечного сечения, по мнению авторов, позволит устраивать основания менее прочными, а, следовательно, и менее дорогостоящими.

Реакция дорожных сооружений на скоростную нагрузку

Сидорович Е. М.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается динамическое взаимодействие деформируемых несущих конструкций сооружений произвольного назначения с перемещающимися по ним скоростными объектами.

Дискретная расчетная модель сооружения предполагается линейно деформируемой и задаётся, с требуемой степенью детализации, своей матрицей жесткости. Нагрузка от подвижных объектов прилагается в заданной очередности к заданному подмножеству узлов дискретной расчётной модели, образующему путь движения объекта. Сам движущийся объект представляется линейным участком равномерно распределённой массы задаваемой длины и задаваемой интенсивности. Количество участков и разрывы между участками не лимитируются. Это позволяет моделировать как отдельные силовые (сосредоточенные или распределённые) воздействия, так и поезда произвольно расположенных силовых воздействий неограниченной длины. Сосредоточенное силовое воздействие заменяется распределённой нагрузкой на площадке контакта колеса экипажа и пути его следования. Скорость движущегося объекта или поезда полагается заданной и постоянной за всё время взаимодействия сооружения и движущегося объекта (объектов).

Массы движущихся объектов во время контакта объединяются с текущими контактными узловыми массами сооружения. Вынуждающую нагрузку на узлы сооружения составляют действующие на контактные узлы только во время контакта силы тяжести движущихся объектов, а также центробежные и кориолисовы силы. Появление центробежных и кориолисовых сил обусловлено тем, что массы скоростных объектов движутся с постоянной горизонтальной скоростью, но по криволинейным траекториям, что вызвано деформациями колеблющегося сооружения, а также существующими статическими прогибами или строительным подъемом. Учет переменности масс сооружения, центробежных и кориолисовых сил переводит задачу о колебаниях пусть и линейно деформируемого сооружения в разряд нелинейных динамических задач.

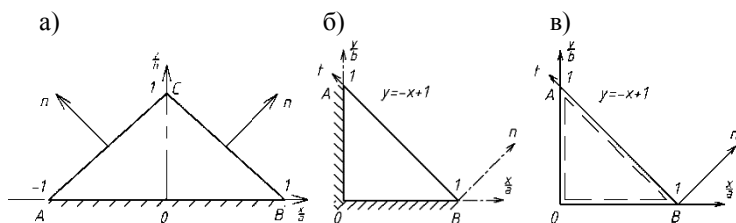
Решение ведётся прямыми численными методами. Разработана компьютерная программа, учитывающая отмеченные выше особенности, позволяющая, также, исследовать влияние разнообразных неровностей, задавая их как существующие подъемы (прогибы). Выполнено исследование балочного моста пролётом 60 м.

Расчет изгибаемых различно опертых треугольных пластинок на действие статической нагрузки

Скачѣк П. Д.

Белорусский национальный технический университет

Рассматриваются изгибаемые треугольные пластины (рисунок), материал которых является однородным, изотропным и физически линейным. Все пластины подвержены воздействию статических нагрузок.



Геометрические схемы рассчитываемых пластин

Задача определения напряженно-деформированного состояния данных изгибаемых пластин решается вариационным методом Ритца, основанным на вариационном принципе Лагранжа. Приведен полный алгоритм расчета пластин указанным методом. Зависимости распределения напряжений и деформаций в пластинах построены на основании технической теории изгиба пластин. При решении задачи об определении напряженно-деформированного состояния решались следующие вопросы, возникающие на определенном этапе расчета:

- выбор координатных функций, удовлетворяющих граничным условиям пластинок;
- вычисление полной энергии системы пластина-нагрузка;
- исследование функции нескольких переменных на локальный экстремум;
- определение коэффициентов при координатных функциях путем решения системы линейных алгебраических уравнений;
- построение поверхностей прогибов, изгибающих моментов, крутящих моментов и поперечных сил;
- исследование сходимости решения по прогибам и усилиям.

Для оценки результатов расчета пластин методом Ритца, составлены сравнительные таблицы, в которой приводятся результаты расчета указанных пластин другими методами: методом конечных элементов и частным решением Э. Кончковского. Посчитаны погрешности сравнения.

**Устройство деформационных швов в бетонных покрытиях
автомобильных дорог**

Соболевский С. В.

Белорусский национальный технический университет

Принятая в Республике Беларусь программа строительства автодорог с устройством покрытий из бетона предполагает совершенствование технологий, основанное на многолетнем опыте наблюдений и эксплуатации. Деформации бетонных покрытий первоначально происходят в местах деформационных и температурных швов, что связано с неравномерной усадкой бетона и проникновением внешних осадков по швам в основание покрытия и его разуплотнением или переуплотнением под действием динамических нагрузок, а так же с сезонными температурными колебаниями.

Особенно влияние замачивания оснований и разрушений бетона интенсивно происходят в зимний период при переходе через нулевой градус и в период паводков на затапливаемых территориях. Вышеуказанное вызывает развитие «клавишного» эффекта с последующим разрушением плит у швов и развитием трещин в покрытии монолитных и сборных конструкций. При этом ремонтные работы более часто необходимо проводить на участках дорог перед резкими поворотами и в местах примыкания покрытий к переходным плитам транспортных сооружений в связи с планируемым торможением транспортных средств.

С целью уменьшения указанных деформаций автор предлагает устройство поперечного бетонного зуба по торцам плит, а также устройство дополнительных слоев фильтрующих материалов для быстрого отвода внешних осадков от основания покрытий.

Расчет на модели предлагаемой плиты методом конечных элементов показывает снижение деформаций торцевых кромок на 20-25% по сравнению с плоской плитой, что вызвано увеличенной площадью опоры на упругое основание при устройстве краевых поперечных зубьев толщиной равной толщине плиты и шириной равной ширине плиты.

Дополнительными мероприятиями могут служить такие, как применение резино-металлических изделий в качестве амортизаторов на участках дорог с предполагаемым резким торможением большегрузного транспорта. Опыт реконструкции мостов показывает, что над переходной плитой у мостов за период эксплуатации слои асфальтобетона при ежегодных ремонтных работах накапливаются до толщины 50-70 см и более.

Устройство деформационных швов путепроводов и мостов

Соболевский С. В.

Белорусский национальный технический университет

Проблемы деформационных швов и большая частота их ремонтов наблюдаются в швах над опорами мостов и в путепроводах. Швы в виде металлических гребенок неоднократно ремонтировали на МКАД г Минска, а в 2017-2018 производили очередной капитальный ремонт швов с восстановлением торцевых контуров пролетных балок с установкой дополнительных армирующих поясов для крепления гребенок и заменой всех слоев покрытия.

Эти мероприятия имеют большую стоимость и значительно уменьшают пропускную способность трассы. Аналогичные ремонтные работы производились и на трассе М-1 и других дорогах.

Опыт строительства объектов в РФ позволяет нам предложить устройство деформационных швов в виде «плитных шарниров» шириной 0,38-0,4 м в полках смежных пролетов и смежных тавровых балках.

Следует отметить, что опорные части балок стенка и основная часть полок тавра остаются в конструктивных заводских размерах, а над опорами и в стороны на 1-1,5м, в зависимости от величины пролета, монолитная заделка продольных швов выполняется сплошная, но через слой изоляционного материала в продольном направлении шва.

Таким образом, происходит объединение смежных пролетов с образованием гибкого шарнира, с заделкой не по всему контуру, а только по торцам. Покрытие по балкам всех слоев сплошное с минимальным дополнительным армированием сеткой ВР-6 в выравнивающем слое, уложенном в проеме шва на гидроизоляционный материал.

Опыт эксплуатации более 3х лет показывает отсутствие трещин по поверхности асфальтобетонного покрытия на путепроводе в г. Рязань ул. Есенина, а также других мостах с пролетами 14-18 м.

Устройство деформационных швов по предлагаемому методу уменьшит и количество аварий, возникающих на мостах и путепроводах из-за применяемых в настоящее время конструкций швов.

Данный метод устройства швов заслуживает внимания для практических и теоретических исследований в условиях нашей республики в связи с увеличением надежности и долговечности их службы.

Металлические и деревянные конструкции

**Эксплуатационная надежность балок покрытия
с отверстиями в стенках**

Вербицкий А. Г., Мартынов Ю. С.
Белорусский национальный технический университет

При обследовании технического состояния конструкций покрытия двухпролетного корпуса в г. Минске установлено, что основные несущие конструкции – стальные балки пролетом 12 м с высотой стенки 1000 мм. В сенках балки имеют по шесть отверстий диаметром 800 мм, расположенных с шагом 1,5 м. У большинства балок на кромках отверстий (за исключением двух в средней части пролета) зафиксированы локальные выгибы, свидетельствующие о потере местной устойчивости стенки в этих зонах. Иных дефектов и повреждений конструкций, а также недопустимых прогибов не отмечено.

В инженерных расчетах балок с отверстиями в стенках используют, как правило, три расчетные модели. Конструкция может рассматриваться как безраскосная ферма Виринделя, либо как тонкостенная балка с системой отверстий, расположенных регулярно, либо как составной стержень с дискретными связями поясов.

Для аналитической оценки несущей способности балок покрытия данного объекта использовались инженерные методики расчета по двум первым моделям. Расчет на прочность выполнялся для сечений, ослабленных отверстиями на действие как основного изгибающего момента, так и дополнительных моментов от поперечных сил. При этом, поперечные силы распределялись между сечениями над и под отверстиями пропорционально их изгибным жесткостям.

Расчет производился на фактические нагрузки для сечений, проходящим по центрам отверстий, а также для удаленных от центров на половину их радиуса в обе стороны. Значения нормальных напряжений, вычисленных по обеим методикам отличались друг от друга не более, чем на 6%.

В балках крайних рядов в области приопорных отверстий максимальные напряжения в поясах оказались близкими к расчетному сопротивлению стали, а на кромках отверстий превышают его почти в два раза. У соседних отверстий напряжения на кромках отверстий близки к расчетному сопротивлению стали, а в поясах ниже его на 12%. Для балок среднего ряда результаты аналогичны. С целью обеспечения эксплуатационной надежности балок покрытия предложено выполнить усиление дефектных кромок отверстий сегментами из стальных пластин.

Давыдов Е. Ю.

Белорусский национальный технический университет

В связи с динамическим характером крановой нагрузки следует применять коэффициенты динамичности. В СНиП используется один коэффициент динамичности для вертикальных нагрузок, равный 1,2 для кранов режима работы 8К и 1,1 для кранов режимов работы 7Ки 6К, и один коэффициент для горизонтальных нагрузок, равный 1,1 для кранов режима работы 8К. В евро нормах используются три коэффициента динамичности для вертикальной нагрузки (φ_1 ; φ_2 ; φ_4) и один для горизонтальной (φ_5). Для коэффициента φ_1 учитывающего динамику моста крана в ТКП EN 1991-3, приведен интервал: $0,9 < \varphi_1 < 1,1$, но при этом отсутствуют какие либо указания по определению точного значения этого коэффициента. Коэффициент φ_2 учитывает динамику, возникающую в момент подъема груза в зависимости от режима работы крана и скорости подъема груза. При равных условиях значение этого коэффициента на 20...25% больше аналогичного коэффициента для вертикальных нагрузок принятого по СНиП.

Коэффициент φ_4 учитывает динамику, возникающую при движении крана. Указанная динамика возникает, прежде всего, при прохождении краном стыков рельсов. По евро нормам этот коэффициент принимается равным 1, если стыков нет и соблюдены допуски на рельсовые пути, приведенные в ТКП EN 1993-6. Если эти требования не соблюдены, то значение φ_4 рекомендуется определять с помощью моделирования (при проектировании исследование на моделях, как правило, не предусматривается).

Коэффициент φ_5 применяется к горизонтальным инерционным воздействиям. При этом, формулировки, определяющие диапазоны для этого коэффициента довольно расплывчатые: «силы изменяются плавно» ($1 \leq \varphi_5 \leq 1,5$); «могут произойти резкие изменения» ($1,5 < \varphi_5 \leq 2$); «для приводов, имеющих значительный мертвый ход» ($\varphi_5 = 3$). Из приведенных формулировок следует, что определить точное значение φ_5 не возможно.

Коэффициенты надежности по нагрузке принятые в евро нормах также превышают аналогичные коэффициенты по СНиП. Суммарное превышение расчетных вертикальных нагрузок по евро нормам на 20...30% превышает те же нагрузки, вычисленные по СНиП. Увеличение горизонтальных нагрузок составляет от 30 до 40%.

Анализ расчета болтовых соединений по нормам Республики Беларусь, РФ и ЕС

Жабинский А. Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в Республике Беларусь расчет болтовых соединений выполняют в соответствии со СНиП II-23 и ТКП EN 1993-1-8. Общим стандартом, определяющим механические характеристики и химический состав болтов для норм РБ и РФ, является ГОСТ ISO 898-1, соответствующий европейскому стандарту ISO 898-1.

Во всех нормах приняты единые классы прочности болтов начиная с 4.6 до 12.9 и их маркировка, установленных ISO. Однако в РФ СП рекомендует в соединениях использовать болты классов прочности 5.6, 5.8, 8.8, 10.9 и 12.9, в EN приводится список пяти типов болтов в диапазоне от 4.6 до 10.9.

При расчете болтов во всех нормах в принципе приняты единые подходы к расчету болтовых соединений. Вместе с тем в EN1993-1-8 (табл. 3.2) установлены категории болтовых соединений (А, В, С, D, E) и необходимые критерии проверок прочности, выполнение которых обеспечит должную надежность.

В качестве примера приведем значения несущей способности болта М20 кл. 5.6, работающего на срез в одной плоскости, смятие листа толщиной 14 мм из стали С235 и на растяжение.

Таблица 1

Несущая способность одного болта М20 кл. 5.6, (кН)

Работа	СНиП (РБ)	СП (РФ)	ТКПЕН (ЕС)
Срез	53,6/81,3%	65,9/100%	75,4/114,4%
Смятие	65,5/93,%	70,1/100%	54,9/78,3%
Растяжение	51,5/93,5%	55,1/100/%	88,2/149,2%

В табл. 2 приведены значения расчетного усилия воспринимаемого одной площадкой трения в соединении с высокопрочными болтами М20, кл.10.9, отверстия под болты 22 мм, обработка поверхностей- стальными щетками.

Таблица 2

Расчетное усилие воспринимаемого одной площадкой трения

Болт	СНиП (РБ)	СП (РФ)	ТКП EN (ЕС)
М20, кл.10.9	41,0/100%	41,0/100%	41,6/101,5%

Анализ данных таблиц показывает, что для обычных болтов при расчете по нормам РБ, РФ и ЕС наблюдаются значительные расхождения в расчете их несущей способности. Для высокопрочных болтов – расчетные усилия сопоставимы между собой.

Обрушения деревянных решетчатых рам с тентовым покрытием

Згировский А. И., Коледа С. М.

Белорусский национальный технический университет

В марте 2018 года во время снегопада произошло обрушение несущих деревянных трехшарнирных рам пролетом 18 м. Навес для сена расположен в д. Чуденичи Логойского района. Навес в плане имеет прямоугольное очертание с размерами в осях 54,0×18,0 м. Высота до низа несущих конструкций составляет 4,15 м. Высота здания в коньке составляет 10,5 м. Под стойки навеса выполнены монолитные железобетонные столбчатые фундаменты. Ригели и стойки рамы применены сборные решетчатые деревянные. Жесткость и устойчивость каркаса здания в поперечном направлении обеспечена статически неизменяемые поперечными рамами. В продольном направлении были установлены вертикальные связи и распорки между поперечными рамами. Крыша выполнена двухскатной по деревянной ригелям. Покрытие тентовое. Водосток с кровли выполнен наружным неорганизованным. Фронтоны здания выполнены также из тента.

Причиной обрушения строительных конструкций навеса является полная потеря несущей способности отдельных элементов и узлов деревянной рамы в результате ошибок, допущенных при проектировании. Не была обеспечена несущая способность строительных конструкций навеса, а именно карнизного и опорного узлов рамы, распорок, связей.

Запроектированное тентовое покрытие не было рассчитано на восприятие снегового покрова. Нормативные документы, действующие на территории Республики Беларусь не предусматривают эффект соскальзывания снега с мягких и гладких тентовых материалов. Скопление снега на тентовом покрытии привело к значительному увеличению напряжений в элементах рамы и распорках, а малая жесткость распорок и отсутствие вертикальных подкосов, а также конструктивные несовершенства, привели к обрушению конструкций навеса. Выявлены также и другие ошибки и отклонения от строительных норм РБ при проектировании: гибкость распорок превышала предельное значение равное 200; устойчивость распорок не была обеспечена; расчетные напряжения сжатия вдоль волокон древесины многократно превышали расчетное сопротивление древесины сжатию вдоль волокон; расчет каркаса был выполнен без учета скопления снега на тентовом покрытии; усилия в раскосах ригеля превышали несущую способность нагельных соединений.

Исследование открытых профилей с бимоментными связями

Кононович К. В. Давыдов Е. Ю.

Белорусский национальный технический университет

За всё время развития расчёта и конструирования металлических конструкций, наиболее распространение получили конструктивные схемы из открытых тонкостенных профилей из прокатных двутавров, швеллеров. По сравнению со стержнями закрытого профиля, они обладают преимуществами ввиду простоты изготовления и эксплуатации. Однако, недостатком тонкостенных открытых профилей, является их низкая сопротивляемость крутящим моментам.

Разработка мероприятий по приданию тонкостенным профилям положительных свойств замкнутых профилей представляет большую ценность. В ЦНИПСе в 1993г профессором Д.В.Бычковым и кандидатом технических наук А.К.Мрощинским были проведены эксперименты подтвердившие теорию Власова. Однако слабо освещенным остается вопрос о влиянии бимоментных связей на устойчивость тонкостенных открытых стержней при изгибе.

В таблице представлены данные определения моментов инерции при кручении I_k при аналитическом моделировании балки с бимоментными связями и без них а так же сравнение значений с полученным при теоретическом расчёте. Данные показывают увеличение момента инерции в 8,5 раза по сравнению с теоретическим значением для профиля без усиления.

Таблица

Модель	Угол поворота сечения, рад.	Относительный угол закручивания, рад.	Момент инерции при свободном кручении, см ⁴	$I_k/I_{k\text{теор}}$
Балка без усиления	0.0153	0.002035	127.79	1.54
Балка с усиление	0.0028	0.00037	702.84	8.48

По результатам исследований можно сделать вывод о значительном повышении крутильной жёсткости GI_k . Т.к. момент инерции стержня при свободном кручении имеет значительное влияние на устойчивость стержня при изгибе, можно сделать вывод о её повышении.

Напряженное состояние клеодощатых балок в приопорной зоне

Оковитый А. В.

Белорусский национальный технический университет

Клеодощатые балки, рассчитывают в соответствии с действующими нормативными документами из условия прочности по нормальным и скалывающим напряжениям и достижения предельного прогиба. Высокие балки (отношение высоты поперечного сечения к ширине $\geq 4-8$) проверяют на устойчивость плоской формы деформирования.

У клееной древесины по сравнению с цельной более высокая степень анизотропии, особенно при растяжении, так как однородность ее вдоль волокон повышается, а в поперечном направлении – сохраняется или даже снижается. В связи с этим напряженное состояние у клеодощатых балок может достигать предельного значения в приопорной зоне. Приведенные напряжения от нормальных и скалывающих напряжений, растягивающие древесину под углом к волокнам, здесь превышают прочность древесины при достаточной прочности по максимальным нормальным и скалывающим напряжениям. Опасная зона вытянута вдоль балки на участке от опоры 0,5–2,7 высоты балки на опоре h_0 при равномерно-распределенной нагрузке. Наиболее опасная зона находится ближе к опоре. Достаточно выполнить упрощенную проверку в нейтральной зоне в балках постоянной высоты сечения в сечении $x_1 = 0,9 \cdot h_0$, переменной высоты – $x_1 = 1,1 \cdot h_0$.

Главные растягивающие напряжения вычисляют по формуле (1)

$$\sigma_{x1} = 0,5 \cdot [(\sigma_x + \sigma_y + \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4 \cdot \tau_{xy}^2}) \leq f_{t.a.d} \cdot ki / \gamma_n, \quad (1)$$

где σ_x , σ_y , τ_{xy} – соответственно сжимающие и растягивающие нормальные и скалывающие напряжения.

Угол наклона α направления главных растягивающих напряжений определяют по формулам (2):

$$\begin{aligned} & \text{– при } \sigma_x - \sigma_y > 0 \quad \alpha = 0,5 \cdot \arctg [2 \cdot \tau_{xy} / (\sigma_y - \sigma_x)]; \\ & \text{– при } \sigma_x - \sigma_y = 0 \quad \alpha = 45^\circ; \\ & \text{– при } \sigma_x - \sigma_y < 0 \quad \alpha = 0,5 \cdot \{180^\circ - \arctg [2 \cdot \tau_{xy} / (\sigma_y - \sigma_x)]\}. \end{aligned} \quad (2)$$

Из выполненных вычислений явствует, что перенапряжения по главным растягивающим напряжениям могут достигать 5–15%, что указывает на необходимость выполнения данного расчета клеодощатых балок, так как он может быть определяющим. Локальность распределения напряжений в приопорной зоне следует учитывать при конструировании балок.

**К вопросу о совершенствовании конструктивного
решения каркасов складских зданий
транспортно-логистических центров**

Сырица И. С.

Белорусский национальный технический университет

Возведение транспортно-логистических центров (ТЛЦ) в рамках Республиканской программы развития логистической системы и транзитного потенциала на 2016–2020 годы является одним из наиболее экономически выгодных и востребованных видов строительства.

Проведенный анализ конструктивных решений построенных складских зданий ТЛЦ группы компаний ОДО "Белпромстрой" показал:

– наиболее экономичным является выполнение каркасов зданий складов по "смешанной" схеме, в которой: колонны выполняются железобетонными, несущие стропильные и подстропильные конструкции покрытия – в виде металлических ферм типа "Молодечно";

– экономия стали при "беспрогонном" решении покрытия, в котором функции прогонов выполняет профилированный настил покрытия с высотой волны 135 мм и более, по сравнению с "прогонным решением" составляет 1.3-1.5 кг/м² площади склада ТЛЦ (в осях);

– весьма экономичным и высокотехнологичным является крепление профилированного настила покрытия к стропильной ферме на стальных дубелях типа дубелей фирмы "Hilti" вместо крепления на шурупах в просверленных отверстиях; экономия стали по сравнению с "традиционным" решением составляет 0.2-0.4 кг/м² площади склада ТЛЦ (в осях);

– для удобства передвижения погрузочно-разгрузочной техники на складах, эффективного использования паллетомест в разных уровнях складирования, с учетом особенностей работы механизмов поднимающихся ворот вертикальные связи жесткости между колоннами можно выполнять не треугольными или порталными на всю высоту колонн, а в виде связевых ферм, высотой 3.00–3.5 м в верхней зоне колонн;

– расчет пожарных нагрузок с учетом фактически хранимых товаров на складах с категорией по взрыво- и пожароопасности В и IV степени огнестойкости, как правило, позволяет доказать, что температура в течение времени, соответствующему требуемому пределу огнестойкости на покрытие(R15), не превышает 500° С, что в свою очередь, позволяет не выполнять дорогостоящие работы по огнезащите металлических конструкций покрытия, а ограничиваться огнезащитой вертикальных металлических конструкций.

К вопросу особенностей работы и расчета зубчатых элементов металлических зубчатых пластин, вдавленных в деревянные элементы решетчатых строительных конструкций

Фомичев В. Ф.

Белорусский национальный технический университет

Металлические зубчатые пластины (МЗП) используют в основном в соединениях самих элементов и в узловых сопряжениях деревянных решетчатых конструкций. В результате запрессовки МЗП в дощатые элементы строительных конструкций зубья таких пластин (коннекторов) плотно в них фиксируются вследствие обжатия их в зоне контакта уплотненной древесиной. При внедрении стального заостренного зуба в древесину в ней в области контакта происходит разрушение структуры материала. Имеет место разрыв самих волокон древесины, сжатие и смятие древесины поперек волокон и под углом к волокнам. В зависимости от уровня напряжений в контактной зоне стальной элемент подвергается действию сил обжатия, которые изменяются в процессе запрессовки вследствие нелинейной зависимости диаграмм « $\sigma - \epsilon$ » древесины в направлениях как вдоль, так и поперек волокон.

В случае устройства растянутого стыкового соединения деревянных элементов с использованием МЗП будет иметь место работа коннекторов на сдвиг, а их зубьев преимущественно на изгиб. Расчет стержневых элементов, расположенных в упругопластической среде на действие горизонтальной силы, приложенной в вершине стержня, требует правильного описания особенностей взаимодействия стержневого элемента и среды в зоне контакта.

В соответствии с действующими нормами проектирования деревянных конструкций предельно допустимая деформация сдвига равняется 1,5 мм. В соединениях на МЗП такая деформация достигается в основном за счет смятия древесины в гнезде и изгиба зубчатого элемента.

В многочисленных исследованиях, посвященных работе гибких стержней, находящихся в упругом или нелинейно-упругом полупространстве, эти среды рассматривались как изотропные. Силы обжатия, действующие по поверхностям зубьев, зависят от величин нормальных напряжений в древесине в зоне контакта, формы и габаритов зубчатого элемента. Основная сложность в исследовании заключается в установлении точной картины характера распределения напряжений в древесине в зоне контакта с зубчатым элементом, по всей его длине, при приложении горизонтальной силы в вершине зуба во всех направлениях.

**Анализ методов расчета устойчивости грунтовых откосов,
армированных геоматериалами**

Минчукова М. Е.

Белорусский национальный технический университет

В процессе эксплуатации грунтовых сооружений существует опасность потери устойчивости насыпей и откосов вследствие воздействия фильтрационных сил и потоков и других природных и техногенных факторов. Устройство экранов из геосинтетических материалов на основе инновационных решений является наиболее эффективным и технологичным способом укрепления таких сооружений.

В настоящее время мировая промышленность вырабатывает большое число разнообразных геосинтетических материалов специально для строительных целей: геотекстилы, геотекстильподобные, геомембраны и геокомпозиаты. Целью данной работы является обзор патентов и научно-технической литературы по способам строительства, технологиям и материалам, применяемым для устройства противofильтрационных и армирующих конструкций водохозяйственных объектов, промышленных и гражданских зданий, транспортных магистралей.

Передовые технические решения группируются по следующим направлениям:

1. разработка новых способов получения геосинтетических материалов, улучшающих их гидроизоляционные и прочностные свойства и основанных на различных способах модификации уже существующих промышленных полимеров, создании комбинированных материалов, обладающих совокупностью свойств составляющих их компонентов;

2. совершенствование существующих технологий строительства, основанных на оптимизации технологических процессов устройства противofильтрационных покрытий, механизации процесса раскладки и соединения полимерных устройств, использовании для строительства поточной технологии с выполнением работ комплексом машин, совмещении работ с одной операцией;

3. разработка прогрессивных схем противofильтрационных и армирующих конструкций на основе использования различных комбинаций материалов, обеспечивающих противofильтрационную эффективность, эксплуатационную надежность, долговечность, снижение объемов земляных работ, экономии за счет повторного использования отработавшего срок службы материала.

Железобетонные и каменные конструкции

**О некоторых особенностях подготовки специалистов
для восстановления зданий в Сирийской Арабской Республике**

Зверев В. Ф.

Белорусский национальный технический университет

В конце сентября 2017 года состоялась международная конференция в г. Хомс Сирийской Арабской Республики на базе университета Аль-Баас, организованная Сирийско-белорусским центром. Важнейшей задачей в настоящее время является восстановление зданий и сооружений, разрушенных в результате боевых действий в Сирийской Арабской Республике. Применение современных методов восстановления зданий определяется квалификацией специалистов, участвующих в процессе восстановления. Для подготовки специалистов необходима планомерная разработка программ, позволяющих в возможно короткое время без дополнительных затрат определиться с соответствующими направлениями. Сегодня в первую очередь необходимо с участием специалистов использовать систему дистанционного обучения на базе БНТУ.

Можно рассмотреть следующие направления подготовки специалистов в области восстановления зданий в Сирийской Арабской Республике: на русском языке; на английском или французском языке; совершенствование знаний русского языка.

Рассматривая тематику обучения специалистов в области восстановления и реконструкции разрушенных и поврежденных зданий, следует остановиться на следующих темах:

- оценка степени повреждения основных несущих и ограждающих элементов с учетом их восстановительной способности, для определения целесообразности сноса или восстановления здания;
- определение несущей способности поврежденных фундаментов;
- оценка состояния каркаса здания с учетом восстановления и возможного прогрессирующего разрушения здания;
- определение восстановительной способности пролетных несущих элементов (перекрытия, балки, лестничные площадки и марши);
- оценка состояния сжатых элементов;
- мониторинг состояния элементов здания и в целом всего здания с применением современных электронных приборов, позволяющих осуществлять круглосуточное наблюдение.

Началом организации выполнения совместных программ могут служить межгосударственные соглашения между Республикой Беларусь и Сирийской Арабской Республикой.

УДК 624.012

К вопросу о косвенном армировании поперечными сварными сетками элементов из конструкционного керамзитобетона работающих в условиях осевого местного сжатия

Бондарь В. В., Коледа С. М.

Белорусский национальный технический университет

Практически все исследования и существующая техническая литература, касающиеся расчетов элементов с применением косвенного армирования, а также действующий в Республике Беларусь технический нормативный правовой акт по расчету бетонных и железобетонных конструкций СНБ 5.03.01-02 посвящены конструкциям из бетонов со средней плотностью от 2000 до 2800 кг/м³. При этом до настоящего времени проектирование армированных конструкций из керамзитобетона выполнялось по нормам бывшего СССР – СНиП 2.03.01-84. В технических документах по расчету железобетонных конструкций, действующих на данный момент в мире, только в нормах Российской Федерации СП 63.13330.2012 существует методика, регламентирующая расчет таких элементов.

В Республике Беларусь на кафедре «Железобетонные и каменные конструкции» БНТУ проведены исследования, направленные на изучение поведения элементов из конструкционного керамзитобетона, имеющих поперечное армирование сварными сетками, в условиях местного действия нагрузки. Одной из задач указанных исследований являлось, в том числе, и расширение области применения строительных конструкций, изготовленных с использованием отечественного материала – керамзита.

В процессе исследований получены экспериментальные данные о разрушающих нагрузках, а также вычислены значения коэффициента эффективности косвенного армирования.

По результатам проведенных комплексных исследований разработаны методики расчета несущей способности при местном сжатии элементов из конструкционного керамзитобетона, имеющих косвенное армирование поперечными сварными сетками. Разработанные методики позволили оценить рациональность применения косвенного армирования поперечными сварными сетками и ориентировочно определить верхние граничные значения объемного коэффициента косвенного армирования выше которых применение косвенного армирования нецелесообразно и не приводит к повышению несущей способности элементов из керамзитобетона, имеющих поперечное армирование сварными сетками, при местном сжатии.

Методика расчета фундаментов стаканного типа

Гринев В. В., Рак Н. А.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе приведена методика расчета фундамента стаканного типа с гладкой внутренней поверхностью.

Согласно п. А1.3.1 Еврокада 2, расчет элементов конструкции (фундаменты, сваи, стены подвалов и т. д.) (STR), учитывающие геотехнические воздействия и сопротивление грунта (GEO, см. п. 6.4.1), рекомендуется производить, используя один из следующих трех принципов, дополненных с учетом геотехнических воздействий и сопротивления.

Принцип 1: расчетные значения применяются в отдельных расчетах как для геотехнических воздействий, так и для других воздействий на конструкцию или для воздействий, создаваемых конструкцией. Как правило, размеры фундаментов определяют на основе таблицы А1.2(С), а несущую способность конструкции – на основе таблицы А1.2(В).

Размеры подошвы фундамента можно определять, руководствуясь двумя нормативными документами.

Определение размеров подошвы фундамента можно производить без расчета основания по деформациям, если среднее давление от усилий P_0 по подошве не превышает расчетного сопротивления грунта R .

В одноэтажных промышленных зданиях с кранами грузоподъемностью до 75 т минимальное давление под подошвой должно быть $P_{\min} \geq 0$, т.е. эпюра давления на грунт может быть треугольной ($P_{\min}=0$) или трапециевидной ($P_{\min}>0$), т.е. случай неполного касания подошвы фундамента основания не рассматривается.

Стаканная часть фундамента рассчитывается как внецентренно сжатый железобетонный элемент и армируется продольной (вертикальной) и поперечной (горизонтальной) арматурой. Поперечная арматура выполняется в виде горизонтальных сварных сеток, хомутов либо отдельных стержней. Продольная арматура располагается в вертикальных стенках стакана в виде арматурных изделий (петель) либо сеток.

Расчет фундаментов, с гладкой поверхностью необходимо учитывать силы трения между поверхностью колонны и внутренней поверхностью стакана.

Анализ отдельных литературных источников предполагает армирование стаканной части фундамента вязанными и гнутыми арматурными изделиями (хомуты, петли и пр.).

**Назначение оптимальных размеров плитной части фундамента
при выполнении курсового проекта.**

Смех В. И. Даниленко И. В.

Белорусский национальный технический университет

В связи с переходом на европейские нормативные документы при проектировании строительных конструкций кафедрой ЖБиКК в 2017 году было разработано Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта № 2 по дисциплине “Железобетонные и каменные конструкции” для студентов специальности 1-70 02 01 – “Промышленное и гражданское строительство”. Один из разделов пособия рассматривает расчет и конструирование железобетонного фундамента одноэтажного промышленного здания (под отдельно стоящую колонну) по ТКП EN 1992-1-1–2009*.

При назначении размеров плитной части фундамента предлагается назначать размер высоты – 600 мм. Однако определение высоты является одной из важных задач в проектировании фундамента, так как рациональное задание высоты плитной части фундамента позволяет экономить материал при изготовлении фундамента.

Поэтому при выполнении КП2 студенты группы 11201614 произвели расчеты для трех унифицированных размеров – 300, 450 и 600 мм, и проанализировав результаты вычислений мы сделали следующие выводы: при первоначальном назначении высоты плитной части необходимо ориентироваться на значения усилий M_{Ed} и N_{Ed} , действующих в расчетном сечении колонны в уровне обреза фундамента.

Для моментов в диапазоне от 170 до 220 кНм и продольной силы от 580 до 620 кН высота плитной части в первом приближении назначается 300 мм; для моментов от 220 до 400 кНм и продольной силы от 620 до 1000 кН высота плитной части будет составлять 450мм; для моментов от 400кНм и продольной силы свыше 1000 кН высота плитной части будет составлять 600 мм.

Окончательно данный размер определяется при расчете плитной части на продавливание для двух сечений (при расстоянии от края колонны до контрольного периметра, $a = 2d$ и $a = 0,5d$).

**Исследование напряженно деформированного состояния стыка
сборного железобетонного ригеля и колонны в условиях
прогрессирующего обрушения**

Тур А. В., Щербак С. Б., Козловский Е. А.
Белорусский национальный технический университет

В данной работе проводится исследование и математическое моделирование узлов конструкций сборных железобетонных зданий и анализ их работы в условиях особых воздействий. Исследование ведется на трех ранее разработанных, возможных узла сопряжения сборного железобетонного ригеля и колонны.

Было произведено математическое моделирование этих узлов стыка в програмном комплексе Femap.

В качестве нагрузок к моделям были приложены нагрузка от собственного веса конструкций ригеля и колонны, нагрузка от собственного веса плит перекрытия и конструкции пола, полезная нагрузка и горизонтальная нагрузка в 12 тонн (120 кН).

Ригель, колонна и стержень-связь были замоделированы элементами типа solid. В месте опирания ригеля на колонну были установлены элементы типа GAP, передающие только сжимающие напряжения. В месте стыка стержня-связи и ригеля также были предусмотрены элементы типа GAP, моделирующие только горизонтальную связь между ригелем и колонной, таким образом учитывалась геометрическая нелинейность работы узла.

Анализ данных, полученных в результате исследования, позволяет сформулировать следующие выводы:

Для дальнейшего практического исследования следует выбрать второй вариант узла, т.к. его конструкция, согласно полученным данным, позволяет лучше распределять напряжения на консоль колонны.

Расчет был выполнен в упругой стадии. Для более корректного анализа, следует выполнить неупругий расчет узла, с заданием нелинейных свойств материалов. Для этого анализа будет использован второй вариант узла стыка.

Возможность использования «стержень-связи» в качестве горизонтальной связи в условиях прогрессирующего обрушения подтверждена математическим моделированием, однако должна быть проверена натурными испытаниями узла.

Учет влияния деформации, возникающий в высотных железобетонных дымовых трубах

Пидложевич А. Н.

Белорусский национальный технический университет

Дымовые трубы являются распространенными. Ответственными и дорогостоящими инженерными сооружениями, работающими в чрезвычайно тяжелых условиях: под воздействием высоких ветровых нагрузок, перепадов температуры и агрессивных дымовых газов, движущихся внутри трубы. Самые высокие железобетонные трубы в Республике Беларусь находятся на Лукомльской ГРЭС, их высота составляет 250 м. От агрессивности среды значительно снижается расчетный срок службы дымовых труб. Учитывая, что их средний возраст эксплуатации превышает 50 лет (а в некоторых случаях гораздо больше), возникает необходимость диагностики и осмотра сооружений.

Промышленные дымовые трубы служат как для создания естественной тяги, так и для отвода дымовых газов в верхние слои атмосферы и рассеивания их до допустимых концентраций, которые регламентируются действующими санитарными нормами. Трубы, в которых создается принудительная тяга, предназначенная для эвакуации дымовых газов в верхние слои атмосферы, носят название отводящих.

Проведение экспертизы промышленной безопасности – серьезный вопрос. Эффективность проведения ЭПБ, достоверность и точность полученных результатов диагностирования зависит от профессионализма и компетентности экспертов. Основные характеристики, требуемые для надзора за высотными дымовыми трубами это максимальное отклонение трубы в верхней точке и период внутренних и внешних колебаний.

В данной ситуации целесообразно создание электронной системы мониторинга данных сооружений, что обеспечит в длительной перспективе экономию средств на обследование, а также обеспечение безопасности на столь ответственных промышленных комплексах.

Для анализа данных с датчиков требуется рассчитать трубы по текущим норм РБ, а также связать данные датчиков, с реальными процессами, которые проходят в конструкции.

Если определять перемещения верхнего сечения, то одним из лучших и оптимальных датчиков будет инклинометр, главная характеристика здесь точность датчика т.к. угол отклонения всего 2 градуса.

О нормировании расчета сопротивления железобетонных элементов отрыву (местному растяжению)

Рак Н. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в Республике Беларусь ведется работа по совершенствованию нормативных документов по проектированию железобетонных конструкций. Одним из направлений этой работы является разработка взамен СНБ 5.03.01-02 «Бетонные и железобетонные конструкции» нового национального нормативного документа ТКП «Бетонные и железобетонные конструкции. Строительные нормы проектирования».

В процессе разработки этого ТКП было изучена возможность применения для расчета железобетонных конструкций при отрыве (местном растяжении) методик расчета, приведенных в различных нормативных документах. Был выполнен анализ соответствующих разделов действующих в Беларуси СНБ 5.03.01-02 и ТКП EN 1992-1-1-2009 «Еврокод 2. Бетонные и железобетонные конструкции. Общие правила и правила для зданий», действующих в Российской Федерации СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции», а также действующих в Украине ДСТУ Б В.2.6-156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону».

При анализе было установлено, что в ТКП EN 1992-1-1-2009, СП 63.13330.2012 и ДСТУ Б В.2.6-156:2010 требования к расчету железобетонных элементов отрыву (местному растяжению) приведены в неявном виде, а именно в разделах по конструированию косвенных опор в узлах пересечения балок. При этом устанавливается требование о необходимости установки дополнительной поперечной арматуры для восприятия ею реакции от второстепенной балки, а также регламентированы размеры зоны установки этой арматуры. Собственно правила определения площади дополнительной арматуры в указанных документах отсутствуют. В тоже время в 7.4.2 СНБ 5.03.01-02 приведено условие, по которому следует производить расчет площади дополнительной арматуры, а также рисунок, показывающий расположение по длине главной балки зоны отрыва, в пределах которой следует устанавливать эту арматуру для дальнейшего учета в расчетах.

Следует отметить, что ни один из перечисленных нормативных документов не предусматривает учет при расчете работы поперечной арматуры, поставленной из общего расчета наклонных сечений, а также работы бетона. Такой подход следует считать приближенным, обеспечивающим повышенную надежность конструкций.

УДК 624.012.45

Учет влияния геометрических несовершенств и эффектов второго порядка при расчете сжатых железобетонных элементов по ТКП EN-1992-1-1–2009*

Шилов А. Е.

Белорусский национальный технический университет,

Руководствуясь решением Главы государства, а также постановлением Совета Министров Республики Беларусь “О проведении в соответствии с Европейскими нормами и стандартами национальных технических правовых актов” в области строительства с 01.01.2010г. на территории РБ введена в действие Белорусская редакция EN 1992-1-1 “Еврокод – 2. Проектирование железобетонных конструкций.

Многие положения Еврокода-2 по расчёту имеют свои особенности и различия по сравнению с нормами Республики Беларусь, в частности по учёту геометрических несовершенств и эффектов второго порядка при расчёте сжатых железобетонных элементов.

На сегодняшний день в Республики Беларусь нет необходимой статистики и анализа результатов применения рекомендаций Еврокода-2 для расчёта сжатых железобетонных элементов, в связи с чем в настоящее время выполняется предварительный анализ:

Влияния изменения параметров при определении угла θ для учёта геометрических несовершенств при расчёте сжатых конструктивных элементов и конструкций;

Определения критерия гибкости (предельной гибкости) для анализа необходимости учёта эффектов второго порядка;

Предварительного назначения армирования колонн сплошного сечения с использованием графиков.

Указанные положения и рекомендации Еврокода-2 требуют особой проработки и анализа для разработки Национальных приложений с целью обеспечения и повышения надежности проектируемых зданий и сооружений в Республике Беларусь.

Технология бетона и строительные материалы

Микро- и ультрадисперсный кремнезем в конструкционном бетоне

Гуриненко Н. С., Батыновский Э. И.

Белорусский национальный технический университет

В современном строительном производстве все большую значимость приобретают разработки, направленные на получение высокопрочного, особо плотного, повышенной долговечности бетона. Одним из способов получения такого материала является использование в его составе дополнительных компонентов и, в частности, микрокремнезема в активной (аморфной) форме в количестве 5–30% от массы цемента. По классификации Ратина-Розенберг такие вещества относят к добавкам третьего класса (кристаллические затравки). Их эффективность известна (добавки-кренцы) с 60-ых годов XX века и в наибольшей мере реализуется в современных условиях при использовании микрокремнезема с удельной поверхностью $S_{уд} \geq 3,0 \text{ м}^2/\text{г}$. Однако при этом существенно усложняется технология приготовления бетона, т.к. необходимо дополнительное техническое оснащение для введения такого количества твердофазного, не растворимого в воде вещества в состав замеса. В этой связи представляется перспективной замена традиционного микрокремнезема на ультрадисперсный микрокремнезем (УДМК). Особенность и уникальность применения вещества УДМК, характеризующегося огромным потенциалом поверхности ультрадисперсных частиц ($S_{уд} \sim 350 \text{ м}^2/\text{г}$), заключается в достижении (как это показано в наших исследованиях) положительного результата, выраженного равенством прочности на сжатие бетона на уровне 100–110 МПа при дозировке УДМК в пределах до 1% от массы цемента, вместо 10% для традиционного микрокремнезема.

При этом для получения бетона прочностью $f_{ст.28} \geq 100 \text{ МПа}$ из литых бетонных смесей (на принципах «самоуплотняющегося» бетона), который бы в высоком темпе набирал прочность в начальные сроки твердения, потребовалось использование комплексных добавок, с дополнительным введением ускоряюще – уплотняющего компонента, обеспечивающего этот эффект. Экспериментальной проверкой подтверждена (с позиции темпа роста и уровня прочности) эффективность введения в тяжелый конструкционный (мелкозернистый и высокопрочный с крупным заполнителем) бетон комплексной полифункциональной добавки, исследования по разработке которой с целью использования в литых бетонных смесях, включая высокопрочный бетон, завершаются и будут представлены в последующих публикациях.

Марко О. Ю., Батяновский Э. И.

Белорусский национальный технический университет

Добавка «УКД-1» – новый вариант комплексной добавки в бетон, отличающийся тем, что кроме ускоряющего и пластифицирующего компонентов содержит в своем составе тонкодисперсный структурированный углеродный наноматериал. Экспериментально исследована кинетика роста прочности первоначально разогретого и твердевшего затем без подвода тепла бетона с добавкой «УКД-1». Установлено, что:

– при использовании утепленных типов опалубки бетон с 1% «УКД-1» разогретый до 50°C с последующим твердением по методу «термоса» – в течение 18...24 часов достигает прочности в 75...90% от проектной при $t_{не} = -5...-20^\circ\text{C}$ и модуле поверхности $M_n \leq 40$ и $\leq 18, \text{ м}^{-1}$, соответственно; в опалубках без утеплителя с палубой из фанеры ($\delta = 12$ мм) и доски ($\delta = 25$ мм) прочность в указанных условиях достигла до 60–65% от проектной;

– температура начального разогрева может быть понижена до 30–40°C с обеспечением 60–70% прочности бетона в утепленной опалубке и гидро-теплоизоляцией неопалубленных ей через 24 ч твердения по методу «термоса» при $t_{не}$ до -10°C ; и с обеспечением 50–60% прочности при понижении температуры до -20°C ;

– понижение модуля теплоизолирующей поверхности (в экспериментах с $M_n \sim 18 \text{ м}^{-1}$) закономерно способствовало повышению средней температуры твердеющего при прочих равных условиях бетона, что обеспечило к 24 ч твердения в условиях «термоса» рост прочности бетона с добавкой «УКД-1» от 70–76% до 95–98%;

Экспериментально подтверждено, что используя добавку «УКД-1» в сочетании с кратковременным изотермическим прогревом (в течение 1–4 ч) бетона возможна реализация малознергоемкой технологии в неутепленных типах опалубки (палуба из фанеры, деревянной доски). Так, за период твердения до 24 ч (включая подъем температуры, изотермический прогрев бетона на цементе II группы эффективности при $t \sim 30\text{--}50^\circ\text{C}$ и последующее остывание конструкции в опалубке 12–18 ч) возможно обеспечить прочность до 70–80% от проектной, с выдержкой бетона в опалубке до 30–36 ч – до 80–90%, что создает все необходимые предпосылки для эффективной реализации энергосберегающей (малознергоемкой) технологии зимнего бетонирования.

**Калибровка машин для испытаний на сжатие как средство
повышения достоверности результатов**

Чикулаев Г.С., Якимович В.Д.

Белорусский национальный технический университет

Получение достоверных результатов при использовании машин для испытаний на сжатие является важным условием при их эксплуатации. В связи с этим существует необходимость в проверке достоверности получаемых при проведении испытаний результатов. Существует два стандартных способа контроля правильности показаний машин для испытаний на сжатие это поверка и калибровка.

Поверка приборов проводится один раз за определенный период, в течение которого требуется повторная поверка оборудования. Сроки поверки устанавливаются заводом изготовителем данного оборудования. Поверка может осуществляться не на всем диапазоне работы испытательного оборудования, а на каком-то участке, и если погрешность не превысила допустимых значений на этом участке, то принимаю что и на всем диапазоне измерений погрешность будет в допуске. Однако поверка не дает информации о погрешности и неопределенности в конкретной точке диапазона. В случае когда невозможно проведение поверки и когда требуется узнать погрешность в определенной точке рабочего диапазона машины проводится калибровка. Точность полученных результатов при калибровке выше чем при поверке. Сроки последующей калибровки машин для испытаний на сжатие устанавливает владелец если он работает в не сферы законодательной метрологии. Это позволяет провести калибровку перед проведением испытаний.

Для испытательных машин на сжатие существует стандартная методика калибровки прописанная в стандарте СТБ ISO 7500-1-2008 «Материалы металлические. Проверка одноосных испытательных машин для испытаний при статических нагрузках. Часть 1. Машины для испытаний на растяжение/сжатие. Проверка и калибровка силоизмерительной ситемы». Для проведения калибровки по данной методике нужно иметь силоизмерительные приборы с классом точности выше чем у калибруемой машины для испытания на сжатие. Так как данный стандарт идентичен международному стандарту ISO 7500-1:2004 то проведя калибровку по данной методике мы получаем машину для испытаний на сжатие результаты испытаний которого могут быть признаны Европой.

Вовремя проведенная калибровка гарантирует достоверность и точность полученных результатов.

Оценка влияния пропиточного состава для цементных оснований на их физико-технические характеристики

Костюкевич А.П.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день существуют различные виды отделочных материалов, используемые для защиты строительных конструкций от разрушающего воздействия климатических факторов. Нередко возникает необходимость в восстановлении и укреплении непрочных участков исторических штукатурок и швов, пострадавших от выветривания. Для реставрации таких повреждений используются специальные пропиточные составы.

В качестве материала для исследования выбрали камнеукрепитель на основе эфира кремниевой кислоты «KSE 100» с содержанием растворителей, производства немецкой фирмы «Remmers GmbH». Отличительным свойством данного продукта является реакция с водой или влагой воздуха, содержащейся в порах основания, подвергаемого обработке. В результате химического процесса происходит осаждение диоксида кремния SiO_2 в форме минерального аморфного водосодержащего вяжущего («силикагель»), который заменяет исходное вяжущее, утраченное в процессе выветривания. Скорость реакции осаждения «силикагеля» завершается через 2-3 недели при нормальных климатических условиях (температура - 20°C , относительная влажность воздуха - 50%).

В лаборатории НИИЛ БиСМ проведены исследования влияния пропиточного состава «KSE 100» на цементно-песчаный раствор по показателю прочности на сжатие. Испытание проводилось по ГОСТ 5802-86 на образцах-кубах размерами 70,7x70,7x70,7 мм, изготовленных из растворной смеси М150, в возрасте 28 суток. После нанесения пропитки контрольные и основные (обработанные) образцы выдерживались при $t=(20\pm 2)^\circ\text{C}$ и $\varphi=(50\pm 1)\%$ в течение 21 суток. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1-Прочность раствора на сжатие

Образцы	Прочность раствора на сжатие, МПа			Результующее
основные	19,56	20,10	20,76	20,14
контрольные	16,94	15,10	15,78	15,94

По результатам исследований видно, что обработка образцов пропиточным составом «KSE 100» обеспечила прирост прочности на сжатие на 26,3%, тем самым увеличив марку раствора на сжатие с М150 до М200

Эковата и ее свойства

Красулина Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Эковата – это древесноволокнистый материал, основным компонентом, которого являются древесные волокна.

По структуре эковата представляет собой мелкозернистые пустотелые волокна, содержащие много воздуха, который в неподвижном состоянии является эффективным теплоизолятором. Благодаря мелкозернистой структуре, хорошей напыляемости и хорошей теплоизолирующей способности эковату можно использовать для тепловой изоляции новых зданий, а также использовать для тепловой реабилитации старых сооружений.

Эковата может применяться для утепления нижних и верхних перекрытий, стен, не утепленных полостей в строительных конструкциях, которые требуется заполнить теплоизоляцией без разбора конструкции. Благодаря отсутствию швов у покрытия не возникает «мостиков холода», резко ухудшающих качество утепления.

Эковата представляет собой экологически чистый материал т.к. его основным компонентом являются целлюлозные волокна высокого качества, пропитанные антисептиками и антипиренами.

Результаты проведенных исследований эковаты различной плотности представлены в таблице.

Таблица

Наименование показателей	Результаты испытаний		
Плотность, кг/м ³	30,6	61,2	70,1
Теплопроводность, Вт/(м К)	0,038	0,040	0,041
Сорбционная влажность, %	13,9	10,7	9,8

Результаты показывают, что эковата характеризуется низкими значениями теплопроводности, соответствующими значениям этого показателя таких широко используемых утеплителей как пенополистирол и минеральная вата. Но сорбционная влажность эковаты значительно превышает сорбционную влажность эффективных утеплителей, что требует модификации состава эковаты.

Эффективные системы крепления в ячеистый бетон

Самуйлов Ю. Д.

Белорусский национальный технический университет

Ячеистый бетон – широко используемый на территории РБ строительный стеновой материал, обладающий большим количеством позитивных свойств с точки зрения современного строителя. Это легкий и достаточно прочный материал с низкой теплопроводностью, позволяющий вести строительство быстрыми темпами. Легкость в его механической обработке дает возможность спрятать в массиве стены практически любые инженерные коммуникации, что приносит ячеистому бетону дополнительные преимущества по сравнению с материалами-конкурентами. Однако относительно низкая прочность данного материала заставляет с особым вниманием относиться к подбору метизной продукции. Пример подбора наиболее оптимального крепежа для ячеистого бетона приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Наиболее эффективная метизная продукция, применяемая для крепления в ячеистый бетон различных конструктивных элементов.

Наименование изделия	Внешний вид	Среднее значение усилия вырыва из ячеистого бетона (B2; D500 - по СТБ 1570-2005), кН
Дюбель рамный RDF 10x100 с шурупом оцинкованным 7,0x103		2,47
Дюбель для пенобетона 10x60 с шурупом оцинкованным, 6,8x65		1,90
Дюбель фасадный W-UR с шурупом 8x10/60		2,17
Химический анкер HIT-HY 70 (шпилька AM8-8.8, глубина заделки в основание 80 мм);		2,60

Исследование эксплуатационно-технических свойств клеев для напольных покрытий

Галузо О.Г., Романов Д.В., Сытько Н.А..

Белорусский национальный технический университет

При устройстве полов зданий широко применяются напольные покрытия ПВХ и натуральный линолеум – материалы достаточно жесткие, рассчитанные на высокую эксплуатационную нагрузку. После нахождения покрытия в разложенном виде в помещении несколько дней, такое покрытие все равно не будет плотно прилегать к основанию, образуя волны и пузыри, которые при высокой проходимости (в офисе, больнице) в скором времени образуют сквозные повреждения. С мягкими виниловыми напольными покрытиями ситуация несколько иная. Если такое покрытие не приклеено к основанию, при изменении уровня влажности и температуры оно меняет свои линейные размеры. Зимой, как правило, влажность в помещении уменьшается, в результате чего – между незакрепленными стыками напольного покрытия появляются щели. Весной же влажность повышается, следствием чего является образование пузырей, которые убрать уже не возможно. Исходя из вышеизложенного является необходимость прочной фиксации напольных покрытий к основанию.

В лаборатории НИИЛ БиСМ проведены исследования клеев торговой марки «Мапеи» Ultrabond Eco 4 LVT и Adesilex G19, производства Италия. Эти материалы применяются для приклеивания полугибкой виниловой плитки, плитки ПВХ, натурального линолеума, деревянных покрытий пола и т.д. Основные физико-технические свойства приведены в таблице 1:

Таблица 1

Наименование показателя	Значение характеристик	
	Ultrabond Eco 4LVT	Adesilex G19
Прочность сцепления с основанием, МПа:		
бетон	1,8	3,6
дерево	1,2	3,0
ПВХ покрытие	1,1	2,2
Предел прочности клеевого соединения при равномерном отрыве	1,2	2,2

Результаты исследований клеевых составов т.м. «Мапеи» свидетельствуют о достаточно высокой прочности сцепления с основанием, что позволяет применять их для фиксации напольных покрытий.

Стеновые материалы на основе двухводного фосфогипса

Повидайко В.Г.

Белорусский национальный технический университет

Возможность получения гипсовых материалов непосредственно из двухводного гипса без предварительного перевода его в вяжущее вещество впервые исследовалась в 1919 г. П.П. Будниковым. Им было предложено измельчать гипс до высокой дисперсности и вводить катализаторы твердения. Однако, такие материалы имеют невысокую прочность и низкую водостойкость.

Исследована возможность получения непосредственно из фосфогипса-дигидрата твердеющих композиций, имеющих достаточно высокие показатели по прочности и водостойкости и отвечающих требованиям санитарно-гигиенических норм. Разработаны композиции с добавлением портландцемента, в которых исключается возможность образования саморазрушающихся систем на основе этtringита. В сырьевую смесь вводятся нейтрализующие и активирующие добавки. В качестве нейтрализующей добавки может использоваться, как гашеная известь, так и другие щелочные добавки. Смесь подвергается механоактивации в дисковых или цилиндрических истирающих устройствах. Благодаря механоактивации модифицирующие малые добавки равномерно распределяются по всему объему фосфогипсовой композиции и способствуют улучшению физико-механических свойств материала при минимальной дозировке добавок. С помощью портландцемента и добавок повышается водостойкость композиций на основе фосфогипса-дигидрата. Модифицирующие добавки связывают алюминатную составляющую портландцемента и свободную известь, образуя труднорастворимые соединения. Формование изделий может осуществляться как вибрационным способом, так и способом фильтрационного прессования. Технологический процесс производства стеновых изделий на основе фосфогипса-дигидрата включает дозирование исходных сырьевых компонентов, смешивание фосфогипса с нейтрализующей добавкой и активирующими добавками, механоактивацию и формование изделий. Образцы, изготовленные методом вибрационного формования, имеют предел прочности при сжатии 1,8 – 3,9 МПа, среднюю плотность - 1200 – 1260 кг/м³, морозостойкость – более 25 циклов. Предел прочности при сжатии образцов, изготовленных методом фильтрационного прессования, составляет 8-10 МПа, средняя плотность – 1600-1700 кг/м³, морозостойкость – более 35 циклов. По разработанной технологии рекомендуется изготавливать мелкоштучные стеновые изделия (кирпич и камни) преимущественно для малоэтажного строительства.

**Особенности определения жизнеспособности растворяемых смесей
согласно СТБ 1307-2012**

Калыска А.О.

Белорусский национальный технический университет

Жизнеспособностью растворяемой смеси согласно СТБ 1307-2012 является время сохранения подвижности или консистенции в пределах одной марки по подвижности или консистенции. Подвижность, например, определяется по ГОСТ 5802-86 по погружению конуса. При определении показателя жизнеспособности возникает неопределенность, т.к. не указано необходимо ли провести повторное перемешивание смеси. Исследуемые смеси ведут себя по-разному: одни постепенно теряют подвижность, другие ощутимо схватываются – практически не погружается в смесь, но при этом в случае дополнительного перемешивания разжижаются настолько, что даже спустя сравнительно большой промежуток времени (1 час и более) числовое значение подвижности становится больше, чем то, которое было определено сразу после замешивания. Может возникнуть очевидное, на первый взгляд, решение – добавить в методику необходимость дополнительного перемешивания. Но при определении рассматриваемого параметра применительно к разнообразию смесей, которые регулярно испытываются по этой методике, это не будет верным решением. Один из наблюдавшихся примеров: смесь для устройства пола с высокой подвижностью, которая при отсутствии дополнительного перемешивания схватывается в течение первых 5-7 минут. В случае дополнительного перемешивания спустя 20-40 минут подвижность восстановилась, но при этом очевидного схватывания уже происходило. Подвижность оставалась максимальной (по погружению конуса) еще на протяжении 2 ч. В рекомендациях производителя смеси указано, что использовать смесь необходимо в течении 10-15 минут. Сопоставляя полученные данные, можно ожидать, что при нарушении сформировавшейся в первые минуты структуры дополнительным перемешиванием другие свойства затвердевшего состава будут ухудшены. То есть определение жизнеспособности строительной смеси по методике СТБ 1307-2012 в отрыве от рекомендаций производителя (инструкции) может привести к противоречивым результатам. В случае дополнительного перемешивания жизнеспособность может определена значительно выше допустимого времени использования смеси. Однако для других составов по данной методике можно не получить заявленную жизнеспособность без дополнительного перемешивания.

Оценка влияния углеродных наноматериалов на силу сцепления арматуры с тяжелым бетоном.

Рябчиков П.В., Чикулаев Г.С.

Белорусский национальный технический университет

Теоретические аспекты этой проблемы известны и на практике анкерение арматуры в теле бетона решают за счет «внутреннего анкерения» (рифление, рельеф выступов, свитость и рельеф канатов и прядей, опрессовочные элементы пучков и пр.) или внешних анкерных устройств и приспособлений.

Методика исследований включала сравнительную оценку сил сцепления гладкой поверхности стальных стержней с бетоном различной прочности (в диапазоне от 50...60 до 120 МПа) в зависимости от ее величины при прочих равных условиях.

Для этого использовали стальные стержни длиной 100 мм, Ø 10 мм из стали «ст 3» выточкой с последующим шлифованием поверхности. Перед заделкой в бетон их обезжировали ацетоном. Стержни в бетонных образцах заделывали вертикально по центру сечения. Определение сил сцепления стали с бетоном осуществили методом продавливания стержней.

Полученные экспериментальные данные показывают наличие прямой зависимости сил сцепления стальной арматуры с бетоном и его прочностью: рост последней сопровождается повышением нагрузки и напряженности сдвига, которые необходимы для «проталкивания» стержня с его исходного положения в бетоне.

Эти данные в целом согласуются с результатами соответствующих исследований, полученных ранее в Российской Федерации для профилированной арматуры (метод выдергивания стержней).

Из экспериментальных данных следует, что при общей тенденции увеличения сил сцепления бетона и стали, их относительный прирост с повышением прочности бетона замедлился. В частности, с 58 % (для повышения прочности бетона от 54 до 92 МПа), до 8 % при ее повышении от 108 до 118 МПа. Очевидно, что это связано с изменением водоцементного отношения бетона, его прочности и соответствующим увеличением плотности структуры цементного камня контактирующего с арматурным стержнем. Так, в первом случае изменение (В/Ц)б составило – с 0,35 до 0,26, а во втором – осталось без изменений (0,24), но при зафиксированном росте прочности бетона, который связан с эффектом от введения УНМ. Можно сделать вывод, что собственно вещество УНМ не влияет на качество сцепления бетона и стали. Эффект основывается на зафиксированном ранее росте плотности и прочности бетона в их присутствии.

Оценка возможного влияния обогащенного песка на коррозионное состояние арматуры

Федорович П.Л., Якимович В.Д.

Белорусский национальный технический университет

Исследования проводились с использованием среды испытаний – «вода», оценивали возможное влияние составляющей бетона – гранитного отсева, на коррозионную устойчивость стальной арматуры.

Результаты анализа поляризационных кривых одноциклических электрохимических испытаний, выполненных по СТБ 1168-99, на образцах бетона с использованием в качестве мелкого заполнителя природного песка $M_k = 1,0$ и обогащенного гранитным отсеком песка до $M_k = 2,0-3,0$ приведены в таблице 1. На их основании можно сделать однозначный вывод о том, что гранитный отсев не оказывает активирующего воздействия на стальную арматуру в бетоне и, способствуя росту плотности бетона в сравнении с бетоном на природном ($M_k = 1,0$) песке, повышает его защитную способность и может применяться в железобетонных изделиях и конструкциях без ограничений.

Таблица 1 - Результаты одноциклических испытаний (водная среда)

№ состава	Характеристики песка:			Состояние арматуры
	M_k , д.ед.	Содержание, кг		
		песка	отсева	
1	2	3	4	5
1	1,0	700	-	Устойчивое пассивное состояние стали
2	2,0	492	208	Устойчивое пассивное состояние стали
3	2,5	389	311	Устойчивое пассивное состояние стали
4	3,0	288	412	Устойчивое пассивное состояние стали
5	3,5	185	515	Устойчивое пассивное состояние стали

Следует отметить, что для неагрессивной водной среды и бетон на тонком природном песке характеризуется удовлетворяющей защитной способностью по отношению к стальной арматуре.

Теоретические аспекты повышения морозостойкости цементного бетона

Корсун А. М.

Белорусский национальный технический университет

Морозостойкость – один из основных показателей, по которому оценивают ожидаемую долговечность бетонных и железобетонных изделий и конструкций. С целью повышения морозостойкости на основании гипотезы Т. Пауэрса «об интервале пор» в бетоне создают искусственную замкнутую пористость (добавками СНВ, СДО, кремнийорганических жидкостей и современных «поризаторов»), которые фактически получают на основе этих веществ).

В таблице частично приведены данные (эксперименты продолжаются) испытаний бетона составов, аналогичных примененным при строительстве 2-й кольцевой минской дороги. Основное отличие было в формирующейся структуре бетона – с созданием дополнительной пористости за счет введения воздухововлекающей добавки и без нее.

Таблица 1 - Составы бетона и данные испытаний

№ состава бетона	Введенная добавка, % от МЦ*	В/Ц, доли ед.	Ср. плотн., кг/м ³	Прочность бетона, МПа после циклов испытаний			
				0	10	20	30
1	Стахемент2010 (0,5%) Микропоран (0,07%)	0,37	2423	47,5	47,8	47,7	31,3
2	Реламикс ПК (1,5%)	0,27	2590	80,0	83,0	91,5	72,1
3	Стахемент2000М (1%)	0,3	2515	69,0	69,7	69,0	63,5

* - в процентах от массы цемента при дозировке в виде раствора

Введение в состав бетона воздухововлекающих добавок безусловно способно обеспечивать рост его морозостойкости вплоть до марок «F200»... «F300» при испытаниях в солевой среде.

С целью дальнейшего повышения морозостойкости бетона рационально добиваться одновременного повышения его плотности и непроницаемости наряду с высокой прочностью. Оптимальное сочетание этих факторов способно обеспечить устойчивость цементного бетона к комплексному воздействию деструктивных эксплуатационных факторов, в том числе с учетом их усиления за счет постоянно действующих механических нагрузок, которые должен выдерживать, например, бетон дорожных покрытий.

Геотехника в строительстве

Проектирование и расчет оснований, усиленных армированными подушками, с учетом национальных норм

Банников С. Н.

Белорусский национальный технический университет

При передаче нагрузки от фундамента на грунт основания наибольшие нормальные напряжения в нем возникают непосредственно под подошвой фундамента. С глубиной и в стороны от площади загрузки напряжения быстро уменьшаются вследствие их рассеивания в окружающем грунте. Наибольшие касательные напряжения, приводящие к образованию зон пластических деформаций (зон сдвигов), возникают под краями фундаментов. Эти зоны распространяются на некоторую глубину и частично в стороны. Если в пределах области распространения значительных нормальных и касательных напряжений заменить слабый грунт на более прочный и малосжимаемый с относительно высоким сопротивлением сдвигу, то работа основания существенно улучшится. Примером такого решения является устройство под фундаментами армированных подушек

Армированные подушки являются простейшим видом искусственно улучшенных оснований. При их устройстве слабый грунт заменяют крупным или средней крупности песком, укладываемым с заданной плотностью сложения и усиленным армирующими элементами. Такие подушки используют для передачи давления через подошву фундамента на более прочный грунт по сравнению с несущим слоем естественного основания. Это способствует уменьшению объема и глубины заложения фундаментов, выравниванию осадок сооружения и более быстрому их затуханию.

К материалу подушек предъявляют следующие требования: удобоукладываемость с заданной плотностью, малая сжимаемость, относительно высокое сопротивление сдвигу, устойчивость структуры грунта при его увлажнении и движении подземных вод.

Проектирование и расчет армированных песчаных подушек с использованием ТКП 45-5.01-268-2012(02250) сводится к определению их размеров и осадок возводимых на них фундаментов. Высота песчаной подушки выбирается таким образом, чтобы давление, передаваемое на подстилающий слой, не превышало его расчетного сопротивления, а осадка не превосходила предельно допустимую. Если это условия не удовлетворяется, то увеличивается высота подушки, а иногда и площадь подошвы фундамента. Подушка должна иметь также достаточную ширину для обеспечения устойчивости основания.

Межсвайное расстояние как фактор свайно-плитного взаимодействия в комбинированных фундаментах

Балыш А. В.

Белорусский национальный технический университет

Основополагающей идеей концепции комбинированных свайно-плитных фундаментов (КСПФ) является рассмотрение фундамента как сложной многократно статически неопределимой системы с наиболее полным математическим описанием и учетом всех факторов взаимодействия между плитой и сваями. Общим недостатком существующих методик расчета заключается в том, что несущая способность КСПФ определяется как простая сумма несущей способности плиты и свай (плита и свайная группа в данных методах работают раздельно – на своем собственном основании). Главное условие – равенство осадок плиты и свай. Однако, при таком подходе условие совместности деформаций противоречит рассмотрению работы конструкций КСПФ как работающих на отдельных, «собственных» и изолированных основаниях.

В реальных условиях основание является общим для всех конструктивных элементов фундамента и поэтому его необходимо также рассматривать как средство, среду, через которую осуществляется взаимовлияние плиты и свайной группы. Одним из факторов, оказывающих непосредственное влияние на степень, выраженность этого взаимодействия является расстояние между сваями (или отношение длины свай к расстоянию между их осями). Количественной оценкой фактора может служить коэффициент, равный отношению несущей способности плиты, работающей отдельно без свайной группы, к несущей способности плиты в составе КСПФ (при одинаковых инженерно-геологических условиях и равных осадках для плит в двух рассматриваемых случаях). Задача решается численным методом. Результат реализации численной модели – получение количественной характеристики изменения деформативных свойств основания плитной части комбинированных фундаментов вследствие свайно-плитного взаимодействия для различных значений расстояния между сваями.

Учет данного фактора наряду с другими позволит наиболее полно использовать строительные свойства оснований при проектировании свайно-плитных фундаментов и тем самым избежать необоснованного перерасхода трудовых и материальных ресурсов.

Гудим Е. А.

Белорусский национальный технический университет

Согласно [1] для сооружений I и II уровня ответственности значения модуля деформации грунта E , определенные в лабораторных условиях, должны уточняться сопоставлением с результатами испытаний того же грунта штампами. В 2016 году на площадке строительства 12-тиэтажного жилого дома в г. Минске было проведено комплексное определение модуля деформации песчаного грунта средней прочности средней крупности.

Компрессионный модуль деформации определяется в интервале давлений под фундаментом 100–200 кПа. Стабилометрический модуль определяется из отношения $\Delta\sigma_1/\Delta\varepsilon_1$ участка прямолинейной зависимости «вертикальная деформация – вертикальное напряжение» и зависит от величины боковых напряжений ($\sigma_2 = \sigma_3$). Штамповой модуль деформации $E_{ш}$ определяется в соответствии с [2].

Таблица

Деформационные характеристики песчаного грунта

Компрессионные испытания			Стабилометрические испытания			Штапловые испытания ($S_{шт}=2500 \text{ см}^2$)		
σ , МПа	ε_1	E_k , МПа	$\sigma_2 = \sigma_3$, МПа	$E_{стаб}$, МПа	σ_{max} , МПа	P , МПа	S , см	$E_{ш}$, МПа
0,05	0,004	9,3	0,1	26,83	0,45	0,05-0,1	0,80-1,70	24,0
0,1	0,007	18,6	0,2	53,65	0,9	0,15-0,2	2,50-3,40	
0,2	0,010	37,2	0,3	80,48	1,4	0,25-0,3	4,30-5,10	

Из таблицы следует, что компрессионные испытания дают заниженные значения модуля деформации в сравнении со стабилометрическими. Это связано с макро – и микронеровности торцов образца, а также трением между его боковой поверхностью и внутренней стенкой одометра. В стабилометре трение о стенки прибора устранено, а влияние неровности поверхности образца сводится к минимуму за счет его большой высоты.

Расчет несущей способности свай по результатам статического зондирования

Ерохина Ю. А.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях строительство различных объектов все чаще ведется в неблагоприятных инженерно-геологических условиях. В этом случае приходится прибегать к устройству свайных фундаментов. Среди множества конструкций и технологий устройства свай в последнее время наметилась тенденция к увеличению объема свай. Важным элементом проектирования свайных фундаментов является оценка их несущей способности.

Во многих странах расчеты несущей способности свай выполняются по рекомендательным документам. В общем случае расчет несущей способности свай, как по отечественным нормам, так и за рубежом, заключается в определении сопротивления грунта по острию и боковой поверхности сваи по формуле

$$Q_{ult} = r_t A_t + r_s A_s,$$

где Q_{ult} – предельная несущая способность сваи, соответствующая предельному сопротивлению сваи F_u ; A_t , – площадь острия сваи; A_s – площадь боковой поверхности сваи; r_t , – сопротивление грунта под острием сваи; r_s – сопротивление грунта по боковой поверхности сваи.

Существуют следующие наиболее распространенные зарубежные методики расчета: метод Шмертманна и Ноттингема (Schmertmann and Nottingham); метод де Рейтера и Берингена (de Ruiter and Beringen) («Голландский метод» или «Европейский метод»); метод Бустаманте и Джанзелли (Bustamante and Gianselli) (LCPC метод или «Французкий метод»); метод Тумай и Факро (Tumay and Fakhroo); метод Айоки и де Аленкара (Aoki and De Alencar); метод Эслами и Феллениуса (Eslami and Fellenius); метод Филиппоннэта; метод Прайса и Вэрдла; метод Клисби и соавторов; методы Алмеида и соавторов; метод Пауэлла и соавторов; метод Жардина и Чоу (метод *MTD*, англ. Marine Technology Directorate).

Основное отличие приведенных выше методик заключается в определении сопротивлений грунта под острием сваи r_t и по боковой поверхности сваи r_s

**Увеличение несущей способности одиночной буронабивной сваи
посредством объемного «стеснения»**

Уласик Т. М.

Белорусский национальный технический университет

Увеличение несущей способности фундаментных конструкций является важной задачей геотехники. Для одиночной буронабивной сваи основными факторами увеличения несущей способности в рассматриваемом однородном песчаном грунте, является изменение условий работы, которые, в свою очередь, напрямую связаны с параметрами физического состояния грунта. В соответствии с работами Соболевского Д. Ю., дилатансия, проявляющаяся в мобилизации контактного трения по боковой поверхности сваи, позволяет существенно увеличить несущую способность. Эта мобилизация контактного трения тем выше, чем плотнее грунт.

Проведенные нами исследования были посвящены поиску оптимального объема околосвайного пространства, при котором реализуется максимальная несущая способность сваи.

Исследования проводились с помощью программного комплекса PLAXIS. Для моделирования условий «стеснения» одиночной буронабивной сваи из набора элементов в программном комплексе PLAXIS нами были выбраны следующие элементы: свая, моделирующая буронабивную сваю разной длины, и оболочка, моделирующая элемент «стеснения» объема («стеснение» моделируемого грунта между буронабивной сваем и оболочкой).

В проведенных исследованиях наблюдалось изменение продольных усилий в стволе сваи от N_{\max} до N_{\min} с разницей в 500 кН, что указывает на мобилизацию контактного трения по боковой поверхности сваи. Были рассмотрены различные случаи положения (относительно сваи) и размеров погружаемой оболочки: $1,5d$; $2d$; $2,5d$ и $3d$. Оптимальные параметры соотношения диаметров сваи и погружаемой оболочки таковы: при d сваи, диаметр оболочки составит $3d$. Именно в этом случае увеличение области «стеснения» объема до $3d$ ведет к максимальному уменьшению осадки моделируемой буронабивной сваи.

Наши исследования показали, что даже с учетом искажений работы несвязного грунта вдоль контактной поверхности одиночной буронабивной сваи, программный комплекс PLAXIS позволяет оценить параметры области «стеснения» и, следовательно, определить причины увеличения несущей способности.

Статические испытания моделей геомассива из вертикальных армодренирующих элементов

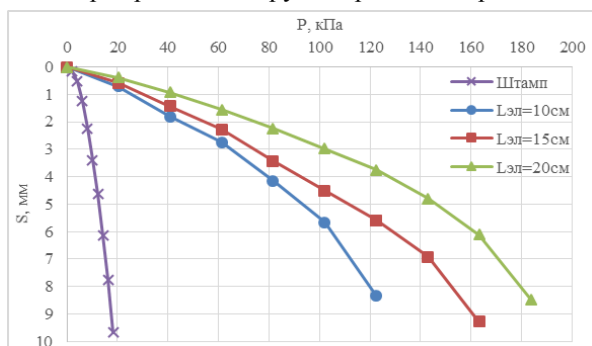
Тронда Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Статические испытания моделей геомассива с использованием вертикальных армодренирующих элементов (ВАДЭ) из сухой бетонной смеси были проведены на базе лаборатории кафедры «Геотехника и экология в строительстве» СФ БНТУ с целью определения качественной картины улучшения несущей способности и деформативности основания.

Для лабораторных исследований использовался стеклянный лоток размерами 112x24x60 см, заполненный слабой водонасыщенной супесью ($W_L = 15,7\%$, $W_p = 9,1\%$, $I_p = 6,6\%$, $I_L = 0,7$). Изначально в лотке были испытаны только модели штампов для определения несущей способности и деформативности неармированного грунта, затем, в тех же местах, были изготовлены модели геомассива. В качестве ВАДЭ были применены армирующие элементы из сухой бетонной смеси класса С8/10 (Ц:П=1:9,1) диаметром $\varnothing 16$ мм, длиной 10, 15 и 20 см, с шагом 48 мм. Испытания моделей штампами проводились согласно ГОСТ 20276-2012.

На рисунке приведены графики зависимости осадок штампов от среднего давления под подошвой в зависимости от длины ВАДЭ. Для штамповых испытаний неармированного грунта приведен осредненный график.

График зависимости осадки штампа от давления, $S = f(P)$

В ходе статических испытаний моделей геомассива из ВАДЭ было установлено значительное увеличение несущей способности основания – от 7,2 до 10,8 раза в зависимости от длины элементов при осадке штампов равной 8 мм, и уменьшение деформативности грунта – от 12,6 до 23,7 раза в зависимости от длины элементов.

Международные системы классификации грунтов в геотехнике

Моради Сани Б.

Белорусский национальный технический университет

Классификация грунтов – это систематизация различных видов грунтов по различным признакам и присвоению каждому виду грунта соответствующего обозначения и представляет собой общий язык для передачи информации.

Инженеры-геотехники в основном классифицируют грунт в соответствии со свойствами грунтов, поскольку эти грунты относятся к использованию в основаниях сооружений или в строительных материалах. Современные системы инженерной классификации грунтов разработаны для обеспечения простейшего перехода от грунтовых наблюдений к основным прогнозам свойств и поведения грунтов в строительстве.

Общепринятой классификации грунтов пока не существует. Наряду с международной (Классификация грунтов ФАО-ЮНЕСКО, 1974 года, и сменившая её в 1998 году WRB) во многих странах мира действуют национальные системы классификации грунтов, часто основанные на принципиально разных подходах.

Система классификации грунтов и их наименования в странах СНГ, в том числе и в Беларуси, существенно отличается от имеющихся классификаций стран Западной Европы, таких как Британия, а также стран северной Америки.

В настоящее время нет не только общепринятой научным сообществом классификации грунтов, но и отсутствуют единые номенклатурные построения и методические подходы. Это приводит к тому, что даже при экспериментальном подходе к систематике грунтов исследователи применяют различные методы и критерии для группировки грунтов. При этом в классификациях, отличающихся между собой по принципиальным вопросам, часто используются одни и те же названия, что создает дополнительные трудности.

Поэтому в международном сотрудничестве возникает необходимость предусмотреть определение гранулометрического состава грунтов двумя методами – белорусским и международным, – с соответствующими пояснениями.

Основные критерии оценки территории трасс магистральных трубопроводов

Мякота В. Г.

Белорусский национальный технический университет

Магистральный трубопровод представляют собой потенциальную опасность для территории. Эта опасность связана, прежде всего, с тем, что по нему транспортируются вещества способные нанести значительный ущерб территории. Для этого необходимо оценить территорию, по которой проходит трубопровод, т.е. выработать основные критерии оценки, включающие в себя различные компоненты. Следовательно, требуется комплексный подход, оценивающий их взаимовлияние. Он основывается на связи между компонентами территории и будет включать в себя две группы критериев: технические (состояния трубы, свойства вещества, транспортируемые по трубе, человеческий фактор) и природные (состояние территории по которой проложена труба). Технические критерии во многом зависят от человеческого фактора, а природные – определяются сочетанием антропогенного влияния на территорию реальным её состоянием. Для того чтобы оценить данное влияние следует рассмотреть следующие критерии:

- вид растительности, преобладающей в пределах трассах (лесная, луговая, кустарниковая, болотная);
- инженерно-геологические условия (гранулометрический состав грунта, коэффициент фильтрации, просадочность, его механические свойства, глубину проникновения нефтепродуктов и др.);
- пересечение с автомобильными и железными дорогами;
- наличие вблизи трасс зданий и сооружений;
- природоохранные и рекреационные критерии (особо охраняемые природные территории, произрастание редких видов растений, в том числе и занесенных в красную книгу)
- доступность трассы трубопровода

Все выше перечисленные критерии позволяют с разных сторон оценить потенциал территории. Это способствует выделению тех территорий, где даже при минимальном риске возникновения аварии, последствия для территории будут иметь необратимые последствия, что позволит более тщательно относиться к техническим критериям на данной территории.

Основные результаты исследований оснований плитных фундаментов, упрочненных методом вертикального армирования

Якуненко С. А.
РУП «Институт БелНИИС»

При строительстве зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях, когда в основании фундаментов залегают специфические грунты, их вертикальное армирование является одним из самых эффективных, универсальных и экономичных технических решений.

РУП «Институт БелНИИС» выполнен комплекс работ по разработке эффективных конструкций геомассивов из вертикально армированных грунтов, изучению их несущей способности и деформативности, совершенствованию способов расчета и устройства.

При исследованиях решены следующие задачи:

- изучены физико-механические свойства песчаных и глинистых грунтов до и после устройства в них армоэлементов;
- изучен характер устойчивости и деформирования вертикально армированных оснований под нагрузкой с определением оптимальных характеристики армоэлементов (тип, шаг, диаметр, длина);

Установлено, что применение вертикального армирования позволяет снижать деформативность оснований и повышать несущую способность плитных фундаментов не менее чем в 1,5-3 раза (в зависимости от исходного состояния грунта и технологии устройства геомассива).

Разрушение основания из вертикально армированных грунтов от предельной нагрузки может происходить по следующим схемам:

- от выпора из-под фундамента грунта буферной подушки, если ее мощность больше предельной толщины при низком коэффициенте уплотнения;
- от проскальзывания армоэлементов с повышенной прочностью материала относительно природного грунта при отсутствии буферной подушки;
- от потери устойчивости геомассива по условно прямолинейным поверхностям скольжения;
- от потери устойчивости грунтов, подстилающих геомассив, в случае неполной прорезки сжимаемой зоны армоэлементами.

Для оценки степени устойчивости и условий возникновения сдвигов в вертикально армированном основании плитного фундамента, возможно применение общей теории механики грунтов.

Результаты работ нашли отражение в разработанных РУП «Институт БелНИИС» «Рекомендациях по проектированию и устройству вертикально армированных оснований (геомассивов) для плитных фундаментов зданий и сооружений в грунтовых условиях Республики Беларусь».

Экономика строительства

Шанюкевич И. В.

Белорусский национальный технический университет

Правовые условия для приобретения гражданами недвижимого имущества на условиях лизинга как для предпринимательских, так и для иных целей были созданы еще в 2014 году. Однако только 06.04.2017 г. был принят Указ Президента Республики Беларусь №109 «Об изменении указов Президента Республики Беларусь по вопросам лизинговой деятельности», дополненный Положением о лизинге многоквартирных жилых домов и квартир в Республике Беларусь. Данный нормативно-правовой документ регулирует отношения, возникающие в рамках заключения и исполнения договоров лизинга жилого помещения, а также создает необходимые условия для осуществления лизинговыми организациями деятельности по передаче в лизинг жилых домов и квартир. Соответственно права и интересы граждан, являющихся лизингополучателями по договорам лизинга жилья (и членов их семей, проживающих совместно с ними), на владение и пользование жилыми помещениями и последующий выкуп объекта лизинга защищены действующим законодательством.

Лизинг жилья является одной из перспективных способов приобретения доступного жилья с привлечением денежных средств граждан, длительной рассрочкой платежа и возможностью государственной поддержки. Так как предмет лизинга находится в собственности лизингодателя, то существует определенная защищенность лизинговых компаний от недобросовестных плательщиков, что позволит им устанавливать более низкие процентные ставки. Также механизм лизинга подразумевает гибкость в плане оценки платежеспособности лизингополучателя. Однако лизинговые компании должны платить НДС, что сдерживает развитие лизинговых отношений с физическими лицами. Исключение НДС из стоимости предмета лизинга, передаваемого физическим лицам, обеспечит конкурентоспособность этого инструмента долгосрочного финансирования. Для развития лизинга жилья необходимо дальнейшее развитие нормативного, экономического и организационного обеспечения, соответствующего существу лизинговых отношений. Дальнейшим направлением методического обеспечения лизинга жилых помещений в Республике Беларусь должны стать: разработка методики определения лизинговых платежей, оптимизирующей их ежемесячные суммы; определение механизмов государственной поддержки для лизингополучателей, состоящих на учете нуждающихся в улучшении жилищных условий; а также вопросы налогообложения.

Шанюкевич И. В.

Белорусский национальный технический университет

Приобретение жилых помещений на условиях лизинга востребовано в случаях, когда традиционные кредитные механизмы покупки жилья не могут быть использованы по причине их недоступности для определенных групп населения. Развитие данного механизма является важным фактором упорядочения жилищных отношений. При этом необходимо сформировывать такие условия, чтобы потребителю было равновыгодно жить как в собственном, так и в наемном жилье.

Отличительной особенностью авторской модели жилищного лизинга по сравнению с зарубежной и отечественной практиками является овеществление исполненных платежей лизингополучателя за выкуп жилья в реальные квадратные метры жилого помещения, например, в форме жилищных сертификатов (1 кв. м равен одному сертификату), а не в виде денежных накоплений. То есть лизингополучатель будет иметь право ежегодно выкупать часть площади квартиры по оговоренным в договоре условиям, а последующие платежи будут начисляться только на непогашенную (невывкупленную) часть площади квартиры. Платеж лизингополучателя как бы конвертируется в эквивалент части (доли) квартиры. Предлагается также предоставить лизингополучателю возможность в случае расторжения договора продажи жилищных сертификатов как лизингодателю, так и на вторичном рынке. При этом их номинальная стоимость в итоге (через приобретенные квадратные метры) защищена от инфляционного обесценивания и колебаний валютных курсов. Дополнительным ресурсом, по мнению автора, расширения жилищного лизинга и соответственно уменьшения лизинговых платежей лизингополучателем может быть финансирование деятельности лизинговых компаний из внешних и внутренних источников путем секьюритизации лизинговых сделок. Выпуск долговых ценных бумаг, обеспеченных активами лизинговых компаний, объектами жилой недвижимости и прочим обеспечением может снизить размер процентной ставки по лизингу. Особенно это актуально в связи с принятием Указа №154 от 11.05.2017 г. «О финансировании коммерческих организаций под уступку прав (требований)», в котором предусматривается преобразование различных видов денежных обязательств в ценные бумаги путем секьюритизации. В качестве таких денежных обязательств могут выступать обязательства по кредитным договорам, договорам лизинга и иные виды дебиторской задолженности.

Применение критериальных подходов при прогнозировании финансово-экономического состояния строительной организации

Водоносова Т. Н.

Белорусский национальный технический университет

Актуальность задачи прогнозирования финансово-экономического состояния предприятия многократно повышается на фоне учащающегося повторения кризисных явлений в экономике. Это в полной мере относится к рынку строительных работ и услуг, где финансовое состояние контрагентов, их надежность являются важнейшими факторами стабильности и устойчивого роста. Действующая методика оценки, изложенная в ряде нормативных документов, представляет собой формальную процедуру, не позволяющую получить однозначную оценку финансового состояния и оценить степень тяжести выявленных нарушений. Применение критериальных подходов при реализации кризис-прогнозных методик поможет значительно снизить неопределенность оценки и стать весьма важным аргументом при выборе подрядной строительной организации на рынке работ и услуг. Проведенные нами исследования позволили выявить и обобщить факторы, препятствующие реализации этих подходов в строительстве. Во-первых, применение наиболее известных кризис-прогнозных моделей дает неоднозначные результаты, т.к. полученные значения критериев часто не укладываются в установленные диапазоны оценок; во-вторых, составляющие критериев имеют неоднозначную оценку в условиях развитой рыночной экономики и экономики, трансформирующейся в рыночную; в-третьих, значения коэффициентов критериальных составляющих не адаптированы к условиям строительного рынка Республики Беларусь, организационно-экономическим особенностям его контрагентов, чрезмерно ориентированы на внешние аспекты анализа; не учитывается специфика имущественного положения строительных организаций, являющихся экономически обособленными субъектами хозяйствования, но с минимальной долей имущества, учитываемой на балансовых счетах; в-четвертых, большинство критериев включают оценки деловой активности и рентабельности капитала в его рыночной оценке, но далеко не все строительные организации являются субъектами фондового рынка; в-пятых, оценка экономического состояния организации, выполненная в соответствии с нормативными документами, и с применением критериальных оценок достаточно часто не совпадают; в-шестых, наличие так называемых «серых зон» в некоторых критериальных моделях резко снижает надежность результатов при построении перспективных оценок.

Проблемы применения нейросетевых подходов в экономическом анализе строительных организаций

Водоносова Т. Н.

Белорусский национальный технический университет

Быстро меняющаяся ситуация на рынке строительных работ и услуг, обострение борьбы за инвестиционные ресурсы, наряду с развитием кризисных явлений в экономике, делают актуальной задачу непрерывного анализа экономического состояния любого субъекта хозяйствования, функционирующего на этом рынке. Экономический анализ активно развивается в нескольких направлениях: детализируются характеристики финансово-экономического состояния, развиваются методы их анализа, применяются новые подходы к оценке платежеспособности, устойчивости, надежности контрагентов на строительном рынке, степени приближения их к кризисному состоянию. На наш взгляд, ведущую роль в решении возникающих задач должно сыграть применение нейросетевых подходов, создание интеллектуальных систем экономического анализа. Нейросетевые модели имеют ряд преимуществ по отношению к классическому диагностическому анализу, а также по отношению к критериальным подходам в оценке финансово-экономического состояния предприятия. К ним относятся, прежде всего, независимость нейронных сетей от свойств входных данных; возможность использования неформализованных качественных оценок; практически неограниченное число переменных в модели (в процессе работы они могут меняться); адаптивность нейронных сетей, т.к. в процессе работы они способны обучаться; значительное сокращение трудоемкости диагностического анализа финансового состояния и его прогнозирования. Однако, проведенная нами апробация китайской модифицированной нейросетевой модели на базе 10 белорусских строительных организаций, наряду с высокой степенью совпадения результатов с данными развернутого диагностического анализа их финансово-экономического состояния, выявила и ряд проблем, которые необходимо решить в ходе применения нейросетевых алгоритмов. Во-первых, используемые в модели характеристики не могут быть однозначно интерпретированы в силу различного содержания данных отчетности, используемой в ходе оценки, во-вторых, установленные диапазоны оценок могут быть использованы в наших условиях только после кластеризации предприятий, строительных организаций по степени их надежности, устойчивости их финансового состояния, что сделало бы эту оценку более обоснованной и предметной.

Финансовое положение строительных организаций

Щитова Н. С.

Белорусский национальный технический университет

Строительство является одной из самых инвестиционно-зависимых сфер экономической деятельности.

Кризис, присутствующий в стране, привел к тому, что кризисная ситуация сложилась и на белорусском строительном рынке. На сегодняшний день значительно снизилась платежеспособность населения, также снизилась и заинтересованность инвесторов и заказчиков в строительстве, большое количество строительных компаний оказалось в затруднительном положении. Число действующих строительных организаций уменьшается, а доля убыточных предприятий увеличивается. Показатели рентабельности с каждым годом снижаются на 1%.

В 2014 году строительство составляло десятую долю в структуре валового внутреннего продукта страны. На конец 2016 года этот показатель упал практически в 2 раза.

Резко сокращаются объемы выполненных подрядных работ. Если рассмотреть на примере жилищного строительства, то показатель ввода жилых домов в 2016 году упал в 2 раза по сравнению с 2012 годом. Количество незавершенных объектов на конец года также свидетельствует о том, что текущие проекты завершаются, а новые не запускаются. Спад объемов строительства приводит к непосредственному сокращению работников строительных организаций. Кроме того сокращение объемов строительства приводит к незанятости специалистов в других отраслях, что непосредственно оказывает влияние на покупательский спрос в стране.

Сложившаяся ситуация сказывается на финансовой стабильности, платежеспособности, ликвидности и деловой активности строительной организации. В то же время эффективным способом выбора строительной организации являются тендерные торги, залогом успеха участия в которых является не только минимальная цена предложения, а информация о стабильном финансовом положении

В условиях кризиса возрастает необходимость разработки такого подхода, который позволял бы своевременно оценить состояние производственно-хозяйственной деятельности строительной организации, принять адекватные меры при возникновении отклонений ее основных параметров от заданных значений, установить очередность устранения проблем, обеспечивая надежность производственного процесса.

Проблемы и совершенствование порядка отражения в бухгалтерском учете подрядчика оборудования для выполнения строительных работ

Зарецкий В. О.

Белорусский национальный технический университет

Согласно действующим нормативным правовым актам по бухгалтерскому учету оборудование для выполнения строительных работ, которое по условиям заключенного договора приобретает подрядчиком, отражается в его бухгалтерском учете в качестве товаров по дебету счета 41 «Товары». В свою очередь, затраты, связанные с приобретением и реализацией заказчику оборудования после окончания работы по его монтажу, учитываются на счете 44 «Расходы на реализацию». После окончания работы по монтажу и ее реализации заказчику происходит дифференцированное отражение расходов по самой работе и оборудованию: затраты по выполненной работе списываются с кредита счета 20 «Основное производство» в дебет субсчета 90-4 «Себестоимость реализованной продукции, товаров, работ, услуг»; покупная стоимость установленного оборудования списывается с кредита счета 41 в дебет субсчета 90-4; затраты, связанные с приобретением и реализацией оборудования, отражаются по дебету субсчета 90-6 «Расходы на реализацию» и кредиту счета 44.

Такой порядок учета оборудования для выполнения строительных работ заметно искажает информацию об активах подрядчика и его финансовых результатах по текущей деятельности. Так, оборудование для монтажа, приобретаемое подрядчиком, по своему экономическому содержанию не является товаром. По своей роли в строительной работе у подрядчика данное оборудование ничем не отличается от обычных материалов. Поэтому целесообразно его отражать на отдельном субсчете счета 10 «Материалы», например, 10-13 «Оборудование для выполнения строительных работ». Затраты, связанные с его приобретением, рекомендуем отражать или по данному субсчету, или на счете 16 «Отклонение в стоимости материалов» в зависимости от выбранного варианта в учетной политике. Действующий порядок учета оборудования искажает величину валовой прибыли, характеризующая успешность осуществления основной деятельности подрядчика, так как затраты на приобретение оборудования списываются в дебет субсчета 90-6, а значит, не принимают участия в расчете валовой прибыли. В случае отражения оборудования на счете 10, оно будет вместе с затратами на свое приобретение списываться в дебет счета 20 при передаче его в монтаж. Это позволит сформировать объективную информацию об активах и финансовых результатах в отчетности подрядчика.

Рак А. В.

Белорусский национальный технический университет

Индекс экономики знаний (The Knowledge Economy Index, KEI) представляет собой комплексный показатель, характеризующий уровень развития экономики, основанной на знаниях. Согласно отчету Всемирного банка за 2012 год, Республика Беларусь занимала 59 место в рейтинге (индекс KEI составлял 5,59). По сравнению с 2000 годом ее рейтинг в индексе KEI вырос на 11 позиций.

Инновационная деятельность в Республике Беларусь имеет сильные стороны, но в целом уступает передовым странам. Основные виды выпускаемой промышленной продукции основаны на технологиях III и IV технологического уклада (автомобили, тракторы, бытовая техника, химические продукты), в то время как технологии V–VI укладов находятся на стадии зарождения и развития. Доля высокотехнологичных производств в добавленной стоимости обрабатывающей промышленности Беларуси составляла в 2016 году 5,6 %.

За январь – октябрь 2017 года удельный вес отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции составил только 17,2% (в 2016 году – 16,3%).

У критической черты находятся затраты, производимые для научных исследований и разработок – показатель наукоемкости ВВП составил в 2016 году 0,5%, хотя в 2010 году был выше – 0,67% , что меньше, чем в экономически развитых странах (среднемировое значение – около 2,2%). Таким образом, для Республики Беларусь необходима системная модернизация экономики на основе долгосрочной научно-технической политики.

Приоритетные направления научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016 – 2020 годы включают: энергетику и энергоэффективность, атомную энергетику, промышленные и строительные технологии и производство, био- и наноиндустрию, фармацевтику, медицинскую технику, рациональное природопользование и глубокую переработку природных ресурсов, информационно-коммуникативные и авиакосмические технологии.

Для улучшения позиций в рейтинге по Индексу экономики знаний предстоит также работа по совершенствованию экономических и институциональных условий: улучшение экономической и правовой среды, повышение качества государственного регулирования, развитие бизнеса и частной инициативы, инновационного предпринимательства.

Роль государства в управлении работой спортивных сооружений

Карнейчик В. В.

Белорусский национальный технический университет

Отрасль физической культуры и спорта является социально-значимой, поэтому в процессе ее управления непосредственное участие принимает государство, способное влиять на приоритеты физкультурно-спортивной политики.

Сегодня физкультурно-спортивные объекты несут ответственность за достижения результатов своей экономической деятельности. Работа спортивных сооружений должна строиться с учетом потребностей различных социальных, профессиональных, демографических групп, физкультурно-спортивных интересов, уровней спортивной подготовки и являться доступной для всех слоев населения.

Роль государства здесь заключается в создании экономических, политических и правовых предпосылок для развития и функционирования объектов физкультурно-спортивной инфраструктуры. Главная задача эффективного управления физкультурно-спортивными сооружениями заключается в определении баланса между прибылью и затратами на ее получение. Широкое применение рыночного механизма со свободным ценообразованием в условиях низких доходов значительной части населения может привести к сокращению объема оказания физкультурно-оздоровительных услуг. Поэтому необходимо совмещать в спортивных сооружениях платного, льготного и бесплатного обслуживания населения при сохранении рентабельности спортивного объекта в целом. В этой связи существует необходимость привлечения бюджетных средств. Расходы из бюджета производятся в пределах необходимого минимума, сверх которого возмещаются из других альтернативных источников финансирования. Роль государства в данном случае заключается в определении этого минимума.

Ответственность государства заключается, прежде всего, в прямом обеспечении социальных гарантий. Государство выступает в роли покупателя физкультурно-спортивных услуг для социально-незащищенных категорий граждан.

Таким образом, государственное управление деятельностью физкультурно-спортивных объектов должно основываться на: разработке целевых программ и планов, установлении социально-экономических нормативов, поддержании работы сети физкультурно-спортивной инфраструктуры, опираясь на принципы экономической целесообразности и выступая гарантом социальных прав для населения.

Ценообразование в сфере физкультурно-оздоровительных услуг

Карнейчик В. В.

Белорусский национальный технический университет

Ключевым моментом в безубыточной деятельности физкультурно-спортивной организации является адекватное определение цен на услуги. Цена должна отражать качество услуг, быть экономически обоснованной и доступной. Первым шагом на пути установления цены является четкое представление цели функционирования организации, назначения спортивного объекта и задач стоящих перед ним. В связи с этим ценообразование на физкультурно-спортивные услуги различно в частных и государственных организациях.

Ценовая стратегия включает три подхода: ориентацию на затраты, на спрос, на конкуренцию. Ценообразование в государственном секторе имеет социальную направленность, в связи с чем, услуги должны быть доступны для всех. Государственная организация чаще применяет гибкую ценовую шкалу для различных групп населения и цена устанавливается, исходя на необходимости покрытия эксплуатационных расходов.

В частной организации цена определяется на основании себестоимости услуг и прибыли. Частные организации в большей степени ориентируются на спрос и конкуренцию. Если ценообразование опирается на спрос, тогда дается оценка склонности потребителя заплатить определенную цену за конкретную физкультурно-спортивную услугу.

Ценообразование в сфере физкультурно-спортивных услуг имеет ряд особенностей:

- физкультурно-спортивные услуги могут предоставляться как за полную стоимость, так и на льготной и безвозмездной основе;
- широко применяется «ценовая дискриминация», которая предусматривает привилегии для потребителей в зависимости от времени посещения, сезонности, контингента занимающихся и др.;
- абонементная политика имеет стимулирующий характер. Скидки предоставляются в зависимости от объема, постоянства покупаемых услуг;
- принимается во внимание спрос на конкретный вид услуг.

В рассматриваемой отрасли, устанавливая цену на услуги, следует учитывать: интерес потребителей, платежеспособность населения и демографическую ситуацию конкретного региона, популярность, спектр и качество услуг, материально-техническое оснащение занятий, наличие специалистов, обеспеченность спортивными объектами и их профиль, массовость и индивидуальность предоставляемой услуги.

УДК 69:658 (476)

Жилищное строительство: термины и их определения, применяемые при формировании стоимости

Корбан Л. К., Данилевич И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Анализ различных нормативно-правовых актов, используемых при формировании стоимости показателей строительства жилья, выявил принципиальное несоответствие в используемой терминологии.

Для сопоставления терминов, характеризующих жилищное строительство, использовались следующие законодательно-правовые и методические документы: Жилищный кодекс Республики Беларусь от 28.08.2012 № 428-3; СТБ 1154-99 «Жилище. Основные положения»; СТБ 1900-2008 «Строительство. Основные термины и определения»; Постановление Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 15.04.2008 № 18; ТКП 45-1.02-302-2015 (02250) «Технико-экономические показатели объекта строительства. Правила определения площадей и объемов зданий и сооружений»; Информационный сборник объектов-аналогов на строительство объектов, РУП «РНТЦ» и др.

В результате анализа по исследуемому вопросу было систематизировано свыше 30 терминов, характеризующих жилищное строительство (жилой дом, жилое помещение, квартира, вспомогательное помещение, жилая площадь, общая площадь жилого дома, общая площадь квартир, жилая площадь квартир и т.д.). Причем, практически в каждом анализируемом термине имеются серьезные расхождения в его определении в разрезе изучаемых нормативных актов, что не может не сказываться на формировании стоимости квадратного метра жилья. Сопоставление терминов и их определений, которые используются в различных нормативно-правовых актах и отличаются различной трактовкой, позволяет сделать вывод о том, что при разработке укрупненных нормативов при строительстве жилья следует установить единый подход к перечню показателей, на которые разрабатываются стоимостные характеристики. Например, в табл. 4.1 сборника СНЗТ 20-2014 для установления норм затрат трудовых ресурсов используется такой показатель, как метр квадратный общей площади здания, что не позволяет использовать Информационный сборник РНТЦ, где приводятся такие показатели как жилая площадь квартир и общая площадь квартир. Для унификации укрупненных показателей, характеризующих стоимость жилищного строительства, следует расширить перечень представленных показателей площадей и добавить такие термины как общая площадь здания, полезная площадь здания, жилая площадь здания.

Нормативные и договорные сроки при формировании стоимости проектных работ

Корбан Л. К., Данилевич И. Н.

Белорусский национальный технический университет

При разработке проектной документации в течение директивных сроков, установленных заказчиком, продолжительность которых меньше продолжительности, определяемой в соответствии с Положением о порядке определения продолжительности разработки проектной документации на строительство зданий и сооружений применяется коэффициент, учитывающий сокращение сроков проектирования.

В случае если директивный срок меньше нормативного в 2 раза, максимальное значение коэффициента $K_{M,11} = 1,35$.

В связи с тем, что $K_{M,11}$ оказывает существенное влияние на стоимость проектных работ, актуальным становится вопрос о правильном определении нормативного срока проектирования.

В процессе работы были также проанализированы договора проектных организации, а договорные сроки, приведенные в них, были сопоставлены с нормативными. Расчеты были выполнены по пяти различным объектам жилищно-гражданского назначения.

Сопоставление договорных и нормативных сроков проектирования, позволяют сделать вывод, что сроки, определенные в договорах, в среднем, в 2 раза меньше чем сроки, предусмотренные нормативами.

Следует отметить, что сокращение сроков проектирования ведет к снижению стоимости строительства в целом.

В связи с этим был проведен сравнительный анализ стоимости проектных работ, рассчитанной с учетом нормативного срока проектирования и ежемесячных прогнозных индексов цен в строительстве на момент завершения проектирования, и стоимости проектных работ, определенной в соответствии с договорным сроком и учетом коэффициента $K_{M,11}$.

Применение коэффициента $K_{M,11}$ значительно увеличивает стоимость проектирования по сравнению с проиндексированной стоимостью на нормативный период выполнения проектных работ.

Проектные организации напрямую заинтересованы в сохранении существующих нормативных сроков, так как установление существенно меньших договорных (директивных) сроков позволяет им применять повышающий коэффициент и получать большую прибыль.

Аккордная система оплаты труда в строительстве

Гречухина Е. А.

Белорусский национальный технический университет

В связи с технологическими особенностями строительно-монтажных процессов наибольшее распространение имеют следующие коллективные формы организации и оплаты труда:

- бригадная;
- звеньевая.

Выполняемые звеньями и бригадами строительные и монтажные работы чаще всего технологически сложные, то есть производственный процесс состоит из нескольких (иногда многих) операций.

При выдаче рабочим производственных заданий состоящих из отдельных операций рабочие не имеют заинтересованности в производстве конечной строительной продукции. Поэтому при выборе формы и системы оплаты труда следует отдавать предпочтение разновидности сдельной оплаты труда – аккордной.

Под аккордной системой оплаты труда понимается такой вид оплаты, когда в выданном звену или бригаде производственном задании, имеется срок окончания и начала работ, полный объем работ в единицах измерения конечной продукции и полная сумма заработной платы.

При переходе на аккордную оплату труда производительность возрастает, а стоимость выполняемых работ снижается. Этому способствуют следующие факторы:

– конкретность производственного задания (вместо мелких заданий, получаемых ежедневно, получение производственного задания по созданию конечной строительной продукции на длительный срок, дает возможность бригадам подготовиться и спланировать работу);

– материальная заинтересованность (так как сумма заработной платы за выполнение производственного задания заранее известна, рабочие стремятся сократить срок выполнения задания);

– невозможность приписок невыполненных работ (составляемые заранее калькуляции включают только технологически необходимые работы и не могут быть произвольно увеличены).

Применение аккордных производственных заданий способствует обогащению и расширению трудовых функции рабочих, устраняет монотонность труда, так как рабочие могут сами распределять индивидуальные задания, делает труд строителей более интересным и творческим.

Факторы интенсификации строительного производства

Гречухина Е. А.

Белорусский национальный технический университет

Изменения и количество затраченного труда оцениваются экстенсивной и интенсивной величинами. Экстенсивность – это длительность трудового процесса.

Но в единице времени может быть заключено различное количество труда в зависимости от его интенсивности.

Следовательно, для повышения производительности труда необходима интенсификация производства.

При интенсификации производственных процессов возникают три задачи:

- Повышение напряженности труда, в физиологически допустимых пределах,
- Понижение интенсивности труда, вызванного неритмичностью производства,
- Нивелирование резких различий в интенсивности труда различных групп рабочих.

Уровень интенсивности труда, напрямую зависит от технико-организационных и социально-экономических факторов.

Наиболее важными в сфере строительного производства, для роста производительности труда, являются технико-технологические и организационные факторы. Их можно разбить на две группы:

- технико-технологическая группа (совершенствование техники и технологии строительного производства, улучшение условий труда, рост квалификации исполнителей);
- организационная группа (ликвидация внутрисменных простоев и целодневных потерь рабочего времени путем улучшения организации труда, совершенствование нормирования и материального стимулирования).

Именно в условиях действия технико-технологической и организационной групп факторов вероятен принцип опережения роста производительности труда по отношению к росту заработной платы. В этом случае необходимо, чтобы повышенные затраты труда, были полностью и пропорционально компенсированы.

На интенсификацию производства оказывают влияние и социально-экономические факторы. Поэтому необходимо, чтобы труд стал средством совершенствования физических и духовных способностей человека.

Система Wi-Fi аналитики Shopster и ее роль в бизнесе

Гусева Л. П.

Белорусский национальный технический университет

Доступ к сети Wi-Fi стал неотъемлемой частью любого торгового центра или развлекательного комплекса.

На самом деле предоставление свободного доступа в интернет убыточная статья для многих компаний. Но высокий уровень развития информационных технологий позволяет сделать предоставление Wi-Fi для посетителей доходной статьей для бизнеса. Для этих целей была разработана система Wi-Fi аналитики Shopster. С помощью продуктов Shopster владелец бизнеса получает полную и систематизированную информацию о предпочтениях отдельного посетителя торгового центра, кафе или гостиницы. Данная информация предоставляется в виде диаграмм, графиков, таблиц, что позволяет наглядно предоставлять большие массивы данных.

Владелец бизнеса, который использует систему аналитики, устанавливает в своем помещении специальное оборудование TP-Link. Телефон посетителя имеет встроенный модуль Wi-Fi, который отправляет сигналы. По этим сигналам оборудование TP-Link получает MAC-адрес телефона посетителя. Есть более 15 различных метрик, которые можно рассчитать на основании всего только двух данных: MAC-адреса и номера телефона пользователя.

Основные и наиболее важные метрики:

- посещение – сколько людей проходят мимо конкретного магазина и заходят ли внутрь;
- время – сколько времени покупатели проводят в конкретных отделах магазина;
- частота – как часто приходят в магазин одни и те же люди;
- пол/возраст покупателей и посетителей;
- зоны – какие части магазина пользуются популярностью, а в какие заходят редко;

Анализируя эти данные, владелец бизнеса может реализовывать различные сценарии и использовать необходимые механизмы для привлечения посетителей. Например, отправить сообщение о скидке посетителю, который проходит рядом с данным магазином. Таким образом, система Wi-Fi аналитики при сравнительно недорогой стоимости позволяет бизнесу существенно увеличить свою прибыль, используя уникальные аналитические данные.

Расчет совокупных затрат на теплоснабжение жилья по экономически обоснованным тарифам

Щуровская Т. В.

Белорусский национальный технический университет

На данный момент население оплачивает коммунальные услуги ниже их реальной себестоимости, а недостающую часть возмещают предприятия. Однако к концу 2018 года уровень возмещения населением комплекса коммунальных услуг, за исключением тарифов на тепловую энергию, вырастет до 85%. До конца 2020 года этот показатель достигнет 93,3%, а уже в 2025 году планируется достигнуть 100%. На данный момент экономически обоснованные тарифы на тепловую энергию больше тарифов для населения в 5,4 раза, на электроэнергию – в 1,7 раза, на газ – в 4,3 раза.

Это обстоятельство следует учитывать при выборе варианта теплоснабжения жилья на стадии его проектирования. Наиболее подходящий вариант выбирается по совокупным затратам, которые равны сумме единовременных и приведенных годовых эксплуатационных затрат.

Были произведены расчеты для двух домов по трем вариантам теплоснабжения (от централизованного источника (традиционный), от индивидуальной надомной котельной, с помощью поквартирных газовых отопительных котлов), по двум видам тарифов (таблица).

Таблица

Сводная таблица совокупных затрат

Наименование объекта	Теплоснабжение от СТЦ	Теплоснабжение с помощью надомной котельной	Теплоснабжение с помощью поквартирных котлов
Совокупные затраты по тарифам для населения, руб.			
174-х квартирный дом	414246,13	323347,54	326306,04
36-ти квартирный дом	133840,90	184734,52	71741,76
Совокупные затраты по экономически обоснованным тарифам, руб.			
174-х квартирный дом	1479267,50	872021,39	725650,97
36-ти квартирный дом	360587,10	329812,61	168369,05

Из таблицы видно, что при оплате тепловой энергии, электроэнергии и газа по экономически обоснованным тарифам совокупные затраты по всем вариантам теплоснабжения выросли в 2–3,6 раза и для обоих домов наиболее выгодным стал вариант теплоснабжения с помощью поквартирных котлов. Таким образом, отмена перекрестного субсидирования при формировании тарифов на коммунальные услуги может существенно повлиять на выбор варианта теплоснабжения жилья.

Вопросы устойчивого развития экономики Беларуси

Сидорова Е. И.

Белорусский национальный технический университет

Современный этап развития экономики Беларуси характеризуется противоречивостью и находится под влиянием системы факторов, обусловленных природными, организационными, экономическими, технико-технологическими, социальными условиями. Существенное влияние оказывает уровень использования ресурсного потенциала, квалификации участников экономической деятельности, мотивационная направленность на производство конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках продукции, работ, услуг.

В Беларуси имеются все условия для снижения материалоемкости продукции во всех отраслях экономики, повышения производительности труда и на этой основе увеличения ВВП и национального дохода в количественном и качественном отношении. Базовым является положение о том, что главная производительная сила – это человек, обладающий знаниями, опытом, здоровьем, трудолюбием и другими положительными качествами. В социальной эколого-экономической цепочке «источник труда – средства труда – предметы труда – производство конкурентоспособной продукции» главной является «источник труда», в роли которого выступает персонал предприятий. В этой связи государственная экономическая политика должна быть направлена на постоянное повышение благосостояния населения, создание приемлемых социально-экономических и производственных условий, поддержание на должном уровне здоровья и занятости населения полезным трудом.

Данные приоритетные направления развития экономики в Беларуси являются основополагающими. На этих категориях акцентирую внимание Президент Беларуси, правительство и отечественная наука. Для положительного решения данной и других проблем в стране имеются соответствующие условия.

Эффективная экономика государства на всех уровнях должна базироваться на принципах самокупаемости, самофинансирования, доходности, прибыльности. Воспроизводственные процессы всех субъектов хозяйствования должны осуществляться, главным образом, за счет собственных средств. Это возможно осуществить путем производства конкурентоспособной продукции по объемам, качеству и цене.

Серьезный фактор устойчивой работы субъектов хозяйствования и населения – состояние и охрана окружающей среды.

Управление проектами в строительстве

Голубова О. С.

Белорусский национальный технический университет

Управление проектами является одним из важнейших направлений повышения эффективности производства. В строительстве управление проектами осуществляется в рамках своих полномочий заказчиками, подрядчиками, проектировщиками.

В отчете консалтинговой компании Accenture утверждается, что функционирование зрелой системы управления проектами позволяет сэкономить 12-19% бюджета проекта. Отчет исследовательской компании PMSolutions от 2010 г. содержит информацию, согласно которой наличие такой системы в организации приводит к экономии 17% бюджета проекта. Наконец, отчет PMSolutions от 2014 г. оценивает размер экономии от функционирования системы управления проектами в 16 % величины бюджета. Нами было проанализированы результаты управления 20 проектами разными участниками строительной деятельности. Из общего количества проектов 7 проектов были реализованы заказчиками. По всем этим проектам продолжительность строительства не меняется, а сокращение затрат на реализацию проектов при внедрении системы управления проектами составляет от нуля до 6%. Два проекта реализовывались инженерными организациями. Оба проекта не предусматривали сокращения сроков строительства. Система управления проектами позволила в одном проекте снизить затраты на инженерные услуги на 39%, а в другом проекте затраты не изменились. Еще 3 проекта реализовывались подрядными организациями. Использование системы управления проектами позволило сократить продолжительность реализации проекта от 2% до 4,46%, в третьем проекте сроки не изменились. Изменение стоимости проектов составило от 0,73% до 4,5%. Наибольшее количество проектов пришлось на проектные организации – 8. Использование системы управления проектами в 4 проектных организациях не вызвало сокращения продолжительности выполнения договоров на проектирование, в остальных 4-х проектах продолжительность проектирования снизилась на 10-20%. Реализация всех восьми проектов в системе управления проектами позволила увеличить прибыль от реализации проекта на 5-16%. Можно сделать вывод, что внедрение системы управления проектами позволяет повысить эффективность работы всех организаций, занятых строительной деятельностью. При этом основная масса планов ориентирована на реализацию проекта в директивные сроки со снижением стоимости работ.

Голубова О. С.

Белорусский национальный технический университет

В строительстве управление стоимостью формируется во взаимодействии заказчика, проектной организации, подрядчика и организаций, выполняющих инженерные функции.

Исследование возможностей снижения стоимости отдельных видов затрат и работ в строительстве показало, что при анализе 20 планов управления проектами только четыре плана не ориентированы на снижение стоимости затрат и рост прибыли по проекту. Анализируя различные виды строительной деятельности следует отметить, что возможности снижения стоимости, роста прибыльности значительно отличаются в зависимости от того, какие функции в строительной деятельности выполняет организация.

Анализ 8 планов управления проектами организаций, занятых проектно-изыскательскими работами, показал, что система управления проектами позволяет повысить прибыльность в среднем на 12,17% (в диапазоне от 7% до 20%). Все 8 организаций формируют планы управления проектами, нацеленные на повышение прибыли организации. Анализ 7 планов управления проектами организаций, выполняющих функции заказчика, показал, что в трех планах система управления проектами не ориентирована на снижение затрат, и разрабатывается для документирования процессов проекта, обеспечения его выполнения без отклонений по срокам и стоимости строительства. В остальных четырех проектах прибыльность увеличивается в среднем на 9,08% (в диапазоне от 4,2% до 20,96%). Анализ 2 планов управления проектами организаций, оказывающих инженерные услуги, показал, что в одном случае план не ориентирован на снижение сроков и стоимости работ, а во втором проекте позволяет сократить затраты инжиниринговой организации на 39%. Все 3 плана управления проектами, разработанные строительными организациями ориентированы на сокращение стоимости строительства. Их система управления проектами позволяет снизить стоимость строительства в среднем на 2,41% (в диапазоне от 0,73% до 4,5%). В строительной деятельности, добиться такого же снижения затрат, как в проектировании или в инжиниринге или при выполнении функций заказчика, невозможно, так как система управления проектами базируется на оптимизации системы организации работ, распределения трудовых ресурсов. В целом достигнутый результат раскрывает резервы повышения эффективности строительной деятельности и является достаточно высоким для строительной деятельности.

Нормативы, регулирующие строительство и эксплуатацию жилого фонда на принципах энергоэффективности

Григорьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Важнейшей оставляющей системы стимулирования строительства и эксплуатации жилого фонда на принципах эффективности является действующая система нормирования в области использования энергоресурсов, в том числе при производстве строительных материалов, непосредственно в процессе строительства, а также в дальнейшем при эксплуатации зданий и сооружений. Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов осуществляется в целях обеспечения применения при планировании производства продукции (работ, услуг) технически и экономически обоснованных расходов топливно-энергетических ресурсов. Нормированию расхода топливно-энергетических ресурсов подлежат расходуемые на основные и вспомогательные производственно-эксплуатационные нужды топливо, тепловая и электрическая энергия независимо от источников энергообеспечения.

Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов основывается на современных достижениях науки и техники в сфере энергосбережения, единых методических и организационных принципах, должно учитывать требования по эффективному и рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов. Кроме того, необходимо соблюдение требований технических нормативных правовых актов в сфере строительства, которые содержат требования по энергоэффективности, энергосбережению и использованию возобновляемых источников энергии, внедряются в практику и постоянно развиваются в соответствии с современными вызовами, национальными особенностями и гармонизируется с Европейскими и международными нормами. В сфере обслуживания и эксплуатации зданий и сооружений так же существуют нормы и стандарты, содержащие требования по экономии и рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов. Для реализации принципов энергосбережения и энергоэффективности в жилом секторе Республики Беларусь требуется проведение комплексной целенаправленной политики на всех этапах работ, в том числе при проектировании, строительстве, реконструкции, а также и при эксплуатации зданий и сооружений. В настоящее время, при отсутствии экономических стимулов к энергосбережению в жилом фонде техническое нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов выступает мощным стимулом повышения энергоэффективности.

Экологические аспекты энергоэффективности

Григорьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Проблема изменения климата поставила перед всеми государствами новые задачи по разработке политики и мер в области смягчения последствий изменения климата, различных инструментов для реализации и контроля эффективности осуществления таких мер, а также мониторинга выбросов парниковых газов в различных сферах.

Инвентаризация выбросов парниковых газов является ключевым элементом оценки эффективности реализации проводимой политики и мер в области климата в стране. Однако, такая система мониторинга за выбросами парниковых газов позволяет лишь только укрупнено оценить общий эффект от реализации этих мер, и требует дальнейшего развития, в частности, в секторе жилых зданий, где заложен существенный потенциал в области энергосбережения, а, следовательно, сокращения выбросов парниковых газов. Расчет выбросов парниковых газов в основных секторах экономики Республики Беларусь осуществляется на основании ТКП 17.09-05-2013 (02120). Методология расчета базируется на использовании данных об объемах потребления топлива в натуральном выражении, которые переводятся в энергетические единицы посредством умножения на низшие теплотворные способности соответствующих видов топлива, затем учитывается содержание углерода в топливе, после чего умножаются на коэффициенты выбросов. Правила расчета выбросов парниковых газов в атмосферный воздух при сжигании различных видов топлива при переводе (переходе) технологического оборудования с одного вида топлива на другой, при внедрении в производство мероприятий по энергосбережению, при использовании вторичных энергетических ресурсов, возобновляемых источников энергии установлены в ТКП 17.09-01-2011 (02120) Правила расчета выбросов за счет внедрения мероприятий по энергосбережению, возобновляемых источников энергии. Тем не менее, выбросы загрязняющих веществ прямо пропорциональны объемам сжигания топливно-энергетических ресурсов. Внедрение мероприятий повышения энергоэффективности жилья ведет к сокращению выбросов загрязняющих веществ, то есть способствует улучшению экологической обстановки, созданию благоприятной среды обитания человека. Таким образом, система оценки экономической эффективности мероприятий повышения энергоэффективности обязательно должна учитывать, как интересы всех заинтересованных сторон, так и экологические и социальные аспекты проблемы.

Анализ затрат подрядчика по объектам строительства (часть 1)

Сосновская У. В.

Белорусский национальный технический университет

С 1 января 2015 года, вне зависимости от источников финансирования, цена подрядчика должна формироваться на основании «Положения о порядке формирования неизменной договорной (контрактной) цены на строительство объектов» (далее—Положение), утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 18.11.2011 № 1553.

Согласно Положения цена подрядчика может формироваться 4 методами: ресурсным; путем применения укрупненных нормативов стоимости строительства единицы площади (объема, мощности) объекта, видов (комплексов) работ, разработанных в подрядных организациях и не превышающих утвержденные Министерством архитектуры и строительства; сочетанием методов, описанных в п.1 и п.2.

4. путем применения к стоимости подрядных работ, определенной на основании утвержденной в установленном порядке сметной стоимости строительства объекта (выполнения строительных, специальных, монтажных работ), от даты начала разработки сметной документации до даты фактического начала строительства объекта (выполнения строительных, специальных, монтажных работ) и в пределах нормативного срока строительства объекта (выполнения строительных, специальных, монтажных работ) прогнозных индексов цен в строительстве, утверждаемых Министерством экономики.

Цена предложения подрядчика может корректироваться только в некоторых случаях. Случаи корректировки цены описаны в Положении и различны для объектов строительства (выполнения строительных, специальных, монтажных работ), финансирование которых осуществляется из бюджета и приравненным к ним средствам и для частных источников финансирования.

Был произведен анализ договорной контрактной цены и фактических затрат подрядчика по 5 жилым домам «N» в крупнопанельном исполнении. Фактические затраты подрядчика и фактическая стоимость подрядных работ – это разные понятия. Фактические затраты подрядчика не включают прибыль, полученную подрядчиком в ходе выполнения работ. Фактическая стоимость подрядных работ формируется на основе бухгалтерского учета подрядной организации и складывается из прямых и косвенных затрат, а также прибыли подрядчика, определяемой в соответствии с договором.

Анализ затрат подрядчика по объектам строительства (часть 2)

Сосновская У. В.

Белорусский национальный технический университет

В результате анализа прослеживается 2 тенденции:

1. фактические затраты подрядчика за выполненные по договору строительного подряда работы оказались ниже, затрат, заложенных в расчет договорной контрактной цены (1 объект из анализируемых);

2. окончательная сумма платежей заказчика в пользу подрядчика по неизменной договорной цене за выполненные по договору строительного подряда работы по различным причинам не покрывает затрат подрядчика (3 объекта из анализируемых);

Развитие ситуации, описанной в п.1 предусмотрено Положением. В Положении говорится, что в случае, когда фактическая стоимость подрядных работ оказалась меньше по отношению к неизменной цене при достижении потребительских и качественных характеристик объекта, подрядчик сохраняет право на оплату работ согласно неизменной цене, за исключением подрядных работ, выполняемых при строительстве жилых домов для граждан, осуществляющих строительство жилых помещений с государственной поддержкой. Однако, анализ фактических затрат подрядчика необходим в такой ситуации, для возможности объективного снижения цены при формировании договорных цен для последующих объектов. Что даст возможность подрядчику стать потенциальным победителем при проведении процедуры закупки в строительстве. Ситуация, описанная в п.2 получилась по трем объектам. Основными причинами которые привели к увеличению затрат подрядчика стали: затраты на заработную плату по факту оказались больше, чем те которые были учтены в расчете договорной контрактной цены (в среднем на 2%); увеличение общепроизводственных и общехозяйственных расходов по сравнению с учтенной в договорной цене (в среднем на 19%); увеличение стоимости материальных ресурсов (в среднем на 7%), т.к. финансирование строительства – бюджетные средства, то корректировка данной статьи не производилась.

Увеличение описанных выше затрат увеличило затраты подрядчика несмотря на экономию по некоторым статьям затрат (транспортные и заготовительно-складские расходы, эксплуатация машин и механизмов).

Подрядная организация должна учитывать свои фактические затраты по построенным объектам или выполненным работам для того, чтобы принцип договорной цены работал. А принципом договорной цены является стабильность (неизменяемость).

Управление запасами в строительстве. Часть 1

Хмель Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Запасы являются неотъемлемой частью любого предприятия. Их наличие обусловлено проблемами при перемещении материальных потоков и желанием снизить свои издержки. Управление запасами в современном мире имеет большое значение, так как грамотная работа с запасами позволяет предприятиям увеличить величину получаемой прибыли, что является основной целью любой коммерческой организации.

В основе управления запасами лежит нормирование их количества, определение оптимального периода времени между двумя очередными поставками, а также контроль за состоянием запасов.

Управление запасами имеет первостепенное значение для строительной отрасли, так как она характеризуется высокой материалоемкостью, а управление запасами позволяет повысить конкурентоспособность производимой продукции за счет снижения затрат на закупку, хранение и транспортировку запасов для основного и вспомогательных производств.

Основные аспекты влияющие на необходимость создания запасов на предприятии можно сформулировать следующим образом:

- вероятность нарушения графика поставок;
- непредсказуемое увеличение спроса на отдельные группы товаров;
- сезонные колебания производства некоторых видов товаров;
- скидки при покупке большой партии товара;
- затраты на оформление заказов;
- снижение простоев из-за отсутствия необходимых в производстве материальных запасов;
- снижение зависимости от поставщиков сырья и товаров.

Следует отметить, что хранение большого числа запасов сопряжено с расходами:

- замораживание финансовых средств предприятия;
- затраты на строительство и содержание складских помещений;
- затраты на создание условий для хранения запасов, оплата труда специального персонала и на приобретение специальной техники и оборудования для выполнения погрузочно-разгрузочных работ и других складских операций;
- затраты на учет запасов;
- порча и хищение;
- устаревание запасов.

Управление запасами в строительстве. Часть 2

Хмель Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Отсутствие запасов в свою очередь тоже приводит к расходам в форме потерь от:

- простоя производства;
- потери клиентов при отсутствии товара на складе в момент предъявления спроса;
- дозакупки требуемых материалов, ресурсов и полуфабрикатов неоптимальными партиями у посредников;
- утраты доверия потребителей, что приводит к снижению объема продаж и прибыли.

Соответственно определение оптимального соотношения запасов на предприятии для минимизации затраты на приобретение, транспортировку и хранение запасов является первоочередной задачей в строительстве.

При нормировании запасов на строительных предприятиях как правило определяют количество дней на которое должен быть запас используя такие понятия как: текущий, страховой, транспортный, технологический и подготовительный запасы. Используемый подход позволяет определить на сколько дней нам необходимо сделать запасы, и даже количество запасов в натуральном и денежном выражении исходя из сведений об среднесуточной величине запаса соответствующего материала и стоимость единицы, но не рассчитать его оптимальное значение. Для этого необходимо использовать формулу Уилсона, которая позволяет определить оптимальное количество продукции для заказа исходя из анализа затрат на его обработку и хранение.

Сравнение величины запаса в натуральном выражении при нормировании по дням с оптимальным значением партии по формуле Уилсона показало, что для минимизации своих затрат на запасы анализируемым предприятиям необходимо увеличить количество продукции для заказа в среднем на 17%. Однако при этом необходимо дополнительно учесть наличие и загруженность складских помещений предприятия. По результатам анализа можно сказать, что использование комплексного подхода к управлению запасами объединяющего разные методики и подходы позволит получать более точные данные для принятия решений и на их основе минимизировать затраты на планирование, работу с поставщиками, закупку, хранение и транспортировку материальных средств.

Создание правовой основы для ведения отраслевой рейтинговой системы в строительной отрасли Республики Беларусь

Шаховская В. Н.

Белорусский национальный технический университет

Рейтинговая система строительной отрасли – мотивационный механизм, создаваемый на основе отраслевых показателей деятельности подрядных организаций, отражающий их способность выполнения обязательств по строительству объектов, а также динамику развития не только организаций, но и отрасли в целом за определенный период времени. В странах- участницах ЕАЭС система рейтингов подобно мировому опыту выводится на самый высокий законодательный уровень. Данная работа проводится в связи с накопившимися проблемами по результатам перехода строительного комплекса на законодательство о государственных закупках, не учитывающего специфику строительной отрасли.

В Республике Беларусь также создается отечественная отраслевая рейтинговая система. На сегодняшний день разработаны методики определения рейтингов конкурентоспособности подрядных организаций, которые прошли апробацию на предприятиях подведомственных Министерству архитектуры и строительства Республики Беларусь. Результаты этой работы в виде рейтинговых отчетов были использованы Министерством экономики Республики Беларусь при подготовке им заключения Главе государства о конкурентоспособности ряда строительных организаций. В новых экономических условиях и интеграции в ЕАЭС и ВТО необходима разработка рейтингов инженерных организаций и поставщиков в строительстве, как субъектов, входящих в инвестиционный строительный цикл и являющихся неотъемлемой частью системы управления проектами в строительстве. Отраслевая рейтинговая система в строительстве Республики Беларусь требует законодательного закрепления на уровне Главы государства, правительства Республики Беларусь и Градостроительного кодекса Республики Беларусь.

На сегодняшний день данная система «взята на вооружение» Министерством антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и включена в Программу по вопросам развития конкуренции в Республике Беларусь на ближайшие пять лет в качестве одного из мероприятий, направленного на дальнейшее развитие конкурентной среды в строительной отрасли и повышение конкурентоспособности организаций на рынке подрядных работ как нашей республики, так и государств-членов ЕАЭС.

Планирование на предприятии: цели и задачи

Голубев Н. М.

Белорусский национальный технический университет

Переход Беларуси к социально ориентированной рыночной экономике определяет объективную потребность принятия эффективных решений, адекватно складывающиеся во внутренней и внешней среде хозяйствования. Планирование на предприятии направлено на планирование и рациональное использование производственного потенциала субъектов хозяйствования на основе эффективного применения составляющих механизма хозяйствования.

Планирование на предприятии базируется на систематизации производственно-хозяйственной деятельности предприятий и отраслей в целом с экономически обоснованными решениями повышения эффективности функционирования строительных организаций в современных условиях.

Основными задачами планирования на предприятии являются:

- использование методики планирования издержек производства, основных направлений их оптимизации;
- организация взаимодействия отдельных составляющих экономического механизма хозяйствования как основы повышения эффективности функционирования предприятия.

Планирование на предприятии предусматривает:

- разработку перспективных, среднесрочных и текущих планов экономического и социального развития предприятия и его структурных подразделений;
- комплексный экономический анализ всех видов деятельности предприятия и разработку мер по эффективному использованию ресурсов, производственных мощностей с целью повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности;
- сбор данных для периодической отчетности в сроки и по формам, установленным государственными органами статистики и анализа;
- составление проектов плановых калькуляций на изделия (работы, услуги), их структурные элементы, смет затрат на различные виды деятельности предприятия, а также плано-расчетных цен на продукцию и услуги структурных подразделений;
- разработку нормативов затрат на основные виды сырья, материалов, топлива, энергии, потребляемые в производстве;
- определение конкурентоспособности товаров, услуг, работ и предприятия в целом.

Проблемы планирования производственно-хозяйственной деятельности строительной организации

Голубев Н. М.

Белорусский национальный технический университет

При любом планировании целесообразно выйти на минимальные затраты, короткие сроки и качественное выполнение работ. В понятие производственно-хозяйственная деятельность предприятия включаются процесс изготовления продукции, добыча продукции или проведение определенного вида работ, а также экономическая деятельность предприятия. Производственная деятельность с одной стороны отражает технологическое назначение, связанное с изготовлением продукции, отвечающей по количеству, качеству и срокам поставки требованиям рынка, а с другой стороны должна обеспечивать реализацию вышеназванных требований при минимизации издержек производства. Цель разработки бизнес-плана развития предприятия – спланировать хозяйственную деятельность предприятия на ближайший и отдаленные периоды в соответствии с потребностями рынка и возможностями получения необходимых ресурсов. Бизнес-план развития предприятия – это документ, в котором описываются все основные аспекты предпринимательской деятельности, анализируются главные проблемы, с которыми может столкнуться строительная организация, и определяются основные способы и решения этих проблем.

Основанием для разработки бизнес-плана строительной организации является приказ руководителя организации, которым определяются: ответственные за разработку бизнес-плана, достоверность используемых в расчетах данных; механизм взаимодействия между структурными подразделениями организации при разработке бизнес-плана, анализе хода его реализации и внесении в него необходимых изменений и дополнений; смета затрат на проведение работ, источники их финансирования; сроки разработки.

Таким образом, бизнес-план является не только внутренним документом предприятия, но и может быть использован для привлечения инвестиций. Проблемой планирования производственно-хозяйственной деятельности строительной организации, и, соответственно разработки бизнес-плана развития строительной организации является прогнозирование производственной программы, связанное с нестабильностью финансирования. Изменение объемов финансирования требует перегруппировки последовательности работ и коренным образом влияет на результаты производственно-хозяйственной деятельности строительной организации.

Конкурентоспособность строительных организаций Республики Беларусь, занятых в сфере жилищного строительства. Часть 1

Жучко А. В.

Министерство экономики Республики Беларусь

Происходящие в современном мире изменения в политической, социально-экономической и технологических сферах усиливают процессы конкурентирования и вызывают необходимость значительного повышения эффективности экономики на разных уровнях хозяйствования.

Конкуренция, как основной механизм регулирования хозяйственного процесса является неотъемлемой составляющей рыночной экономики. На строительном рынке наиболее значимым признаком конкуренции следует считать соперничество за потребителей своей строительной продукции (работ, услуг) – инвесторов, заказчиков, застройщиков.

Строительная отрасль является одним из приоритетных секторов в экономике Республики Беларусь. Строительству жилых домов, зданий и сооружений уделено большое внимание. Начиная с 2010 года, в стране было построено свыше 40,0 млн. кв. м жилья, в том числе 10,3 млн. кв. м для нуждающихся в улучшении жилищных условий.

Политика государства в области жилищного строительства позволила достичь к концу 2017 года уровня обеспеченности населения жильем в размере 27,1 кв. м на человека, что дает возможность Республике Беларусь оставаться в числе лидеров среди стран СНГ по данному показателю. К концу 2020 года планируется увеличить обеспеченность населения жильем до 27,3 кв. м, что еще больше приблизит его к стандартам, установленным ООН (30 кв. м на человека).

В современных экономических условиях все больше усиливается конкуренция среди строительных организаций, занятых в сфере жилищного строительства. Главным фактором выживания любого бизнеса в условиях конкуренции является предоставление высококачественной продукции (работ, услуг) привлекательной для потребителя. К строительству это относится в большей степени, чем к другим видам экономической деятельности, что обусловлено высокой степенью рисков, следовательно, вероятностью потери качества при реализации инвестиционно-строительных проектов.

Конкурентоспособность является важнейшим показателем эффективности деятельности строительных организаций. От нее зависит позиция организации на рынке, ее финансовое положение. Поэтому обеспечение конкурентоспособности должно занимать первостепенное значение в стратегии и тактике развития предприятия.

Конкурентоспособность строительных организаций Республики Беларусь, занятых в сфере жилищного строительства. Часть 2

Жучко А.В.,

Министерство экономики Республики Беларусь

В рыночной экономике проблема конкурентоспособности носит всеобщий характер, которая затрагивает практически все мировые организации и предприятия. Обеспечение повышения конкурентоспособности важно и актуально как для организации, так и для экономики страны в целом.

Конкурентоспособность представляет собой результат, фиксирующий наличие конкурентных преимуществ, которые обеспечиваются при условии нахождения им рационального соотношения качества возводимого объекта, требуемого заказчиком, и цены объекта, которая позволяла бы покрыть издержки.

От уровня конкурентоспособности в значительной степени зависит количество заказов организации, а, следовательно, и её финансовая независимость и благополучие, что наиболее актуально для строительных организаций Республики Беларусь, занятых в сфере жилищного строительства.

Повышение конкурентоспособности выполняемых работ и услуг является одной из основных целей строительной организации, поскольку именно от уровня конкурентоспособности в значительной степени зависит её финансовое состояние.

В то же время, повышение конкурентоспособности невозможно без её предварительной объективной и независимой оценки. Достоверная и независимая оценка конкурентного потенциала строительной организации на стадии выбора заказчиком, инвестором подрядчика позволит снизить их риски и будет способствовать эффективному использованию финансовых ресурсов.

Наличие возможности и подходов к оценке уровня конкурентоспособности позволило бы систематически анализировать и контролировать состояние конкурентного потенциала строительной организации и её позиции по сравнению с отечественными и иностранными конкурентами. Таким образом, сегодня в Республике Беларусь существует объективная необходимость получения достоверной и обоснованной информации о конкурентоспособности строительных организаций, занятых в сфере жилищного строительства, а также разработки методологии по её повышению.

**Организация
строительства
и управление
недвижимостью**

**Использование программ по управлению проектами в учебном курсе
«Автоматизированные системы управления в строительстве»**

Богомолов И. И.

Белорусский национальный технический университет

Важнейшей составной частью учебного процесса при подготовке инженеров-строителей является приобретение студентами навыков применения компьютерных технологий, используемых в строительных организациях РБ. АСУ – это человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления строительством. Календарное планирование - центральная задача системы управления строительством.

Календарный план динамическая модель производственной деятельности, обеспечивающая эффективное управление строительством на основе координации всех ресурсов во времени и в пространстве.

В настоящее время почти все задачи составления календарных планов реализованы в программах по управлению проектами (Microsoft Project, Rillsoft Project, Open-Plan, Spider Project, Primavera...). Студенты изучают курс «Управление проектами». Стоит задача интегрировать полученные знания для комплексной автоматизации управления строительством.

В процессе выполнения лабораторных работ студенты формируют информационную модель объекта включающую: локальные сметы по объекту; объектную смету, сводный сметный расчет, календарный план выполнения работ (в линейном виде); потребность в ресурсах и их стоимость; акты выполненных работ по объекту за месяц; акт сдачи-приемки выполненных работ по форме С2; справка о стоимости выполненных работ по форме С3.

На основании исходных данных студенты в Rillsoft Project (или в MS Project по выбору) строят сетевую модель, определяют длительности работ, задают ресурсные ограничения работ на стадии исходного планирования, управляют проектом, а также проводят анализ выполнения проекта и его коррекции. Необходимо уложиться в директивные сроки, минимизировать ресурсы и получить наиболее стабильную и равномерную загрузку ресурсов и персонала.

Практическое овладение программ УП позволяет студентам более широко использовать информационные технологии при курсовом и дипломном проектировании, а молодым специалистам – быстрее адаптироваться на работе и вносить новые элементы управления сложным строительным производством.

Методы оценки длительности операций при планировании инвестиционно-строительного проекта (ИСП)

Богомолов И. И.

Белорусский национальный технический университет

При использовании методов SWOT-анализа, довольно часто выбирается стратегия обеспечивающая оптимизацию соотношения стоимости, качества и продолжительности проекта. Детальное планирование проекта обязано учитывать структурную декомпозицию работ (СДР/ WBS), логическую последовательность работ и событий, а также оценку длительности операций. Само расписание проекта – это даты начала и завершения каждой операции. Именно от точности определения длительности операций, во многом зависит качество планирования и реализации нашего проекта.

Основными методами оценки длительности являются: экспертная оценка; оценка по аналогам; параметрическая оценка; ценка по трем точкам (PERT); анализ резервов на непредвиденные обстоятельства (буферов). Учитывая специфику строительного производства, наибольший интерес для нас представляет параметрическая оценка, которая использует статистические или нормативные данные об операции (задаче) и используемых ресурсах (трудовые, машины, материалы). Для оценки длительности операции самая распространенная формула -

Длительность = Объем работ / Производительность. Однако, далеко не все программы управления проектами, даже такой популярный пакет как MS Project, могут успешно работать с физическими объемами. Кроме того, основным источником информации, как правило, является разработанная проектно-сметная документация (ПСД) по объекту, из которой гораздо легче извлечь трудозатраты рабочих и машинного времени. В результате формула примет вид.

Длительность = Трудозатраты раб. (маш.) / Кол-во раб. (машин) × Смен. Для корректного расчета необходимо разделить операции на «ручные» и «механизированные». Задача в этом случае будет иметь тип «Фиксированные трудозатраты», а тип планирования – автоматический. В ИСП присутствует большое число операций, требующих «ручного» планирования. Все вышесказанное создает трудности для автоматизации календарного планирования.

Автор видит 2 варианта решения – либо использовать адаптированные программные продукты, учитывающие нашу специфику, либо рассчитывать исходные данные с помощью СУБД или сметных программ, и экспортировать их данные в программы управления проектами.

Менеджмент качества в образовании

Бушуева Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Социально-экономические и научно-технические тенденции развития общества требуют реформирования образования. Центральной проблемой реформирования образования является повышения его качества. Главным в повышении качества образования сегодня является глубокое осознание этой проблемы, понимание того, что повысить и почему столь трудно идет этот процесс. Понимание качества образования позволяет более эффективно управлять образованием и оценивать его уровнем развития. Качество образования становится и выделяется специфическим объектом управления. Для управления качеством образования необходимо формировать систему управления, которая была бы ориентирована на качество, реализовала специфические для управления качеством функции управления и органично вписывалась в общую систему управления образовательными процессами в каждом образовательном учреждении. Основными направлениями современного менеджмента качества в образовании являются современная концепция менеджмента качества; система стандартов качества; процесс управления качеством образования; современные информационно-коммуникационные технологии управления качеством образования, а также диагностирование качества образования, разработка политики и методов управления качеством образования, выбор технологий управления. В последнее время идея управления качеством стала широко проявляться в сфере оказания образовательных услуг. Для этого необходимо переосмыслить существующие подходы к управлению организацией образования. Основу современной методологии менеджмента качества составляют принципы и модели качества: планирование – действие – контроль – анализ и улучшение. Применение такой модели для управления из четко структурированных и взаимосвязанных элементов. Вузовская система менеджмента качества охватывает такие сферы деятельности вуза, как педагогическая, научная, административная, хозяйственная. Указанные сферы взаимосвязаны между собой и в большинстве случаев пересекаются. Очень важно, чтобы при создании системы СМК сформировалась правильная стратегия.

Бушуева Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Информационные технологии являются неотъемлемым атрибутом современных систем управления. В строительной отрасли все этапы инвестиционного процесса, начиная от технического задания, завершая вводом объекта в эксплуатацию, сопряжены с переработкой огромного количества информации, включая создание и обработку проектно-сметной документации, организационно-технологическое моделирование, календарное планирование, определение потребности в материально-технических ресурсах и учет результатов производства. Основную часть управленческих задач составляют выработка и принятие рациональных организационно-технологических решений, при этом наряду с расчетно-алгоритмическими решаются оптимизационные и творческие задачи. Формирование рынка в инвестиционной сфере коренным образом меняет функции участников строительства, предъявляет особые требования к информационному обеспечению и самой сути управления строительным производством. Большие надежды связываются с активно развивающимися интеллектуальными системами, позволяющими автоматизировать процесс: накопления, обработки и использования знаний высококвалифицированных специалистов. Строительство представляет собой одну из наиболее благодатных сфер для разработки и применения экспертных систем. Предпринимаются активные усилия по созданию автоматизированных систем управления строительством. С появлением современных информационных технологий интенсивно применяются оптимизационные информационные методы обоснования и выбора эффективных организационных и управленческих решений в строительстве. В сочетании с интеллектуальными компьютерными программами они позволяют на новом уровне оперативно решать сложные производственные задачи, добиваться снижения затрат ресурсов, сокращения сроков строительства и повышения конкурентоспособности строительных организаций.

**Оптимизация выбора и размещения грузоподъемных механизмов
для различных видов строительного-монтажных работ**

Граблевская И. Г., Прокопович В. С.

Белорусский национальный технический университет

Современная строительная отрасль стремительно развивается, возводятся множество высотных зданий, так же непрерывный рост строительства требует дальнейшего сокращения сроков строительного-монтажных работ, повышения производительности труда и качественного результата. Работа самих строителей нередко связана с большим риском, поэтому важнейшей первоначальной задачей строительных организаций является грамотный подбор подходящих условий труда для своих рабочих.

Комплексная механизация строительного-монтажных работ является одной из детерминирующих факторов в разрешении задач сокращения непосредственной себестоимости, а также сроков строительства, в том числе и повышения производительности труда. Аналогично касается и общей эффективности строительного производства. Известно, что практически повсеместному использованию комплексной автоматизации механизации в строительное производство способствует полноценное насыщение строительства нужным количеством высокопроизводительных машин, а также освоение производства инновационными типами машин, увеличение технологических и технических возможностей посредством совершенствования организации и эффективности в их использования.

В настоящее время строительство реализуется в основном посредством индустриальных методов и является поточным комплексным механизированным процессом монтажа зданий и сооружений из сборных деталей, которые формируются на домостроительных комбинатах (ДСК) и заводах в условиях автоматизированного и высокомеханизированного производства. Известно, что современное строительство располагает внушительным парком строительного оборудования машин, который позволяет механизировать работы на абсолютно всех стадиях производства в строительстве. По мере насыщения современного рынка различными видами техники, наиболее четко конкретизируются виды механизмов, специально предназначенных для тех или иных видов работ.

Поэтому в настоящее время актуальны исследования, посвященные определению особенностей строительного объекта и осуществляемых работ для наиболее эффективного выбора необходимого подъемного механизма. Анализ решения вопросов, связанных с комплексным подходом к выбору грузоподъемных механизмов и оборудования, предопределил тему, цели и задачи исследования.

Особенности организационно-технологического моделирования реконструкции зданий и сооружений с использованием BIM-технологий

Граблевская И. Г.

Белорусский национальный технический университет

BIM-технология информационного моделирования зданий (Building Information Modeling) является развитием общепринятой сегодня системы автоматизированного проектирования (САПР). Ее основным отличием является наличие у модели базы данных, содержащей подробную информацию об архитектурных, конструктивных, технических, инженерно-строительных, технологических, сметных, экономических характеристиках объекта.

Принципы BIM проектирования, которые легли в основу современного подхода в разработке проектной документации, выделил и применил при реконструкции Терминала 3 аэропорта Хитроу разработчик программных комплексов для Autodesk и Bentley Systems, Роберт Эйш. В качестве базовых принципов BIM он назвал: конструирование объекта в трехмерном пространстве; возможность автоматической выдачи чертежей и спецификаций; наличие в модели всех проектных данных объекта; интеллектуальная параметризация; возможность моделирования процесса строительства с привязкой ко времени и бюджетированию.

При объединении всех разделов и решений проекта в едином многомерном пространстве, все заинтересованные стороны могут увидеть результаты строительства до его начала. BIM-проектирование наряду с «3D визуализацией» дает «4D» и «5D», т.е. привязку модели к календарному графику строительства и сметной стоимости объекта.

Основные преимущества использования BIM:

- возможность автоматического создания проектно-сметной документации высокого качества;
- отсутствие ошибок в чертежах, размерах, спецификациях, сметах;
- актуальная информация об эксплуатационных и стоимостных показателях материалов;
- визуальная наглядность, способствующая принятию оптимальных технических решений;
- удобство управления строительством и эксплуатацией объекта;
- наличие актуальных данных для возможности реконструкции, технической модернизации и сноса зданий и сооружений по завершении их жизненного цикла.

Проблемы оценки бизнеса в Республике Беларусь

Гушель О. И.

Белорусский национальный технический университет

Преобразования в экономике Республике Беларусь, купля-продажа, слияние и разделения предприятий, развитие кредитных и страховых отношений, проведение аукционов, процедура банкротства и другие ситуации сформировали потребность в достоверной оценке предприятия, как имущественного комплекса.

В Беларуси используются такие же основных подходы к оценке бизнеса, как и в мировой практике. Необходимо отметить некоторые особенности, связанные с оценкой бизнеса в РБ.

В последнее время в стране проведена большая работа по созданию документов, регламентирующих оценочную деятельность, но для дальнейшего развития оценки необходимо совершенствование информационного обеспечения, например доступ к информации об аналогах, о сделках, о котировке акций и т. д. для возможности использования сравнительного подхода в оценке бизнеса.

При оценке инвестиционных проектов. следует учитывать то, что зачастую коэффициент дисконтирования в белорусской оценке ниже показателя, который хотели бы видеть инвесторы, иногда белорусская сторона выдвигает завышенные требования и ожидания к иностранным инвесторам. Не каждый бизнес можно оценить с точки зрения денежной доходности. Принимая во внимание, что инвесторы боятся рисков, целесообразно при использовании в качестве аналога иностранного предприятия учитывать страновой риск.

При оценке предприятий, подлежащих приватизации, не обоснованное завышение стоимости объекта оценки и большое количество ограничений вынуждают инвесторов отказываться от покупки предприятий, а заниженные стоимости бизнеса приводит к потере государством части дохода.

Для повышения профессионального уровня желателен обучение молодых специалистов, в том числе и за рубежом, а также участие оценщиков с докладами в наиболее престижных европейских конференциях для сокращения отставания от ведущих специалистов в мире. Следует учитывать, что это требует определенных финансовых затрат, а также высокого уровня знания иностранных языков у претендентов.

Цифровые технологии в менеджменте организации

Гушель О. И.

Белорусский национальный технический университет

Использование цифровых технологий в управлении организацией может осуществляться по следующим направлениям:

- преобразование качества обслуживания клиентов, включающее в себя использование электронных программ взаимодействия с клиентами.
- трансформирование операционных процессов, содержащее в себе цифровую автоматизацию и виртуализацию рабочего пространства.
- преобразование бизнес-моделей направленное на создание нового цифрового бизнеса.

В настоящее время успешно используются различные системы.

Например, ERP-системы. ERP (Enterprise Resource Planning,) – организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладных программ, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности. Но использование ERP-системы не означает решение всех проблем. Качество принимаемых решений зависит от конкретных людей и их умения использовать возможности этого инструмента.

В условиях постоянно растущей конкуренции предприятия стремятся занять устойчивую позицию на рынке. Для внедрения эффективного управления активами существуют ЕАМ-системы, основывающиеся на web-технологиях, которые включают в себя управление всем жизненным циклом оборудования, начиная с проектирования, изготовления, монтажа, сборки и последующего обслуживания, сервисных и профилактических работ, модернизации, реконструкции и списания.

Что касается CRM-систем (Customer Relationship Management) - это прикладное программное обеспечение, предназначенное для автоматизации стратегий взаимодействия с заказчиками, повышения уровня продаж, путем сохранения информации о клиентах.

Процесс цифрового преобразования требует четкого видения областей и перспектив изменений, оптимизации собственного бизнеса, все большей интеграции в него цифровых технологий, что очень актуально при переходе к «Индустрии 4,0».

Проектный офис в строительстве часть 1

Завгородний В. М.

Белорусский национальный технический университет

В условиях высоких темпов строительства возрастает необходимость отслеживать и оценивать уровень качества и другие характеристики объектов строительства в целях повышения их надежности и безопасности. Весьма важно не только гарантировать безопасность построек, но также обеспечить их экономические выгоды для государства и общества. Применяемые методы по управлению проектами включают в себя богатый инструментарий, однако имеют общий характер и не адаптированы для нужд управления проектами строительства. Таким образом, для того, чтобы решить задачу по совершенствованию управления проектами в строительстве, необходимы новые подходы и новые методы, позволяющие оценить экономическую и техническую целесообразность строительства и эксплуатации зданий и сооружений, повысить их надежность и безопасность, совершенствовать их потребительские характеристики. Проект – комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающий выполнение многочисленных взаимосвязанных действий. Управление проектами реализуется посредством планирования, прогнозирования и выполнения всех работ по созданию проектов. В рамках планирования проектов предполагается:

- составление графика работ (определяется продолжительность и взаимосвязь выполняемых работ);
- распределение ресурсов;
- расчет затрат на реализацию проекта;
- окончательное формирование базового плана проекта с распределенными ресурсами.

Квалифицированно управлять исполнением проектов – базовая функция проектного менеджера или руководителя проекта. Необходимость сбоев в ходе выполнения проектов вызывает необходимость применять инструменты по прогнозированию сроков их выполнения. Как правило, используются две техники прогнозирования сроков выполнения проектов. Очевидным недостатком указанных методов является отсутствие четких инструментов управления работами, выполняемыми в рамках проектов при наличии достойных инструментов управления планами (графиками) проектов, ориентированных главным образом на сроки выполнения. Большим недостатком описанных методов управления проектами с точки зрения организационного менеджмента является полное отсутствие инструментов управления бизнесом проектных организаций, результативность которого напрямую связана с качеством выпускаемых проектов.

Проектный офис в строительстве часть 2

Завгородний В. М.

Белорусский национальный технический университет

Современные версии программ Microsoft Project, Spider Project в отличие от их первых версий предоставляют возможность выхода на параметры экономической эффективности проектов, такие как трудозатраты отдельных участников проекта либо трудозатраты проекта в целом. Однако такие возможности не позволяют рассчитать трудозатраты, превышающие плановые и идентифицировать адресные источники и причины их возникновения, что лишает руководителей проектов возможности исключать риски повторения аналогичных проблем. За полвека, прошедшие с того времени, как управление проектами выделилось в отдельный вид деятельности, методика управления ими постоянно развивалась. Появился целый ряд национальных и международных организаций, которые занимаются разработкой и поддержкой стандартов по управлению проектами. Одной из таких организаций является американский Институт управления проектами (PMI), основанный в 1969 г. и превратившийся со временем в ведущую профессиональную ассоциацию по управлению проектами, объединяющую более 85 тыс. членов. Институт занимается разработкой стандартов в области управления проектами. В конце прошлого века институтом было предпринято издание квинт-эссенции проектной мысли – свода знаний и лучшей мировой практики в области управления проектами: ставшего международным стандартом де-факто. Уровень качества строительных проектов следует рассматривать, трактуя его с трех позиций: организации-разработчика проекта, заказчика и позиции органов госэкспертизы. В зависимости от выбранной позиции «качество» получает различный экономический смысл. Качество в данном контексте имеет экономический смысл для организации-разработчика и является показателем экономической эффективности разработки проекта. Повышение уровня технологического качества разрабатываемых проектов является одной из главных целей проектных организаций. Уровень конкурентоспособности строительных проектов предлагается оценивать на основе определения и статистической оценки их технико-экономических показателей – факторов конкурентоспособности строительных проектов, основными из которых являются их стоимость и сроки разработки, которые определяют успех проекта на рынке. Оценка уровня конкурентоспособности производится посредством сравнения альтернативных вариантов исполнения одного и того же проекта экспертным методом в баллах по каждому из факторов конкурентоспособности.

Анализ энергосберегающих решений на стадии проектирования зданий

Лозовский А. А.

Белорусский национальный технический университет

Проблема энергосбережения в строительстве актуальна и требует постоянного внимания. Наиболее важной является задача экономии топливно-энергетических ресурсов (далее ТЭР) в процессе эксплуатации зданий и сооружений. Т.к. именно на этом этапе жизненного цикла объект недвижимости потребляет значительное количество ТЭР – тепловой и электрической энергии, главным образом расходуемых на обеспечение требуемых параметров микроклимата в помещениях.

В настоящее время разработаны и внедрены в производство конструкции энергоэффективных многоквартирных жилых домов. Государственное предприятие «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.» разработало проект энергоэффективного 142-квартирного 9-этажного жилого дома на базе типовой серии 111-90 МАПИД в котором были применены современные энергосберегающие решения:

- повышение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (от $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{о}/\text{Вт}$ для наружных стен фасада до $6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{о}/\text{Вт}$ для покрытия);
- сопротивление теплопередаче окон не менее $1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{о}/\text{Вт}$;
- применение системы рекуперации при вентиляции помещений.

Все эти мероприятия позволили сократить уровень затрат тепловой энергии на 60-70 %, что составляет в среднем не более $30\text{-}32 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ в год. Но у этого решения есть и отрицательные стороны – завышенная стоимость и достаточно высокая сложность эксплуатации такого здания по сравнению с аналогичными, что может свести к нулевому экономическому эффекту от внедрения таких мероприятий.

При разработке и принятии соответствующих энергосберегающих решений на стадии проектирования необходимо выполнять глубокий технико-экономический анализ эффективности энергосберегающих мероприятий, которые позволят снизить удельные затраты ТЭР при эксплуатации зданий.

УДК629.735

Разработка организационно-технологических решений при производстве земляных работ

Лозовский А. А.

Белорусский национальный технический университет

Проблема энергосбережения в строительном производстве должна решаться с учетом разработки и выбора соответствующих оптимальных эффективных энергосберегающих мероприятий. Для оценки затрат топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) предлагается использовать универсальный показатель энергоемкости строительных работ, который показывает отношение фактически затраченных ТЭР к стоимости выполненных работ, т.е. кг у.т./ руб.

Исследование затрат ТЭР в строительном производстве показали, что наиболее энергоемкими являются земляные работы. Связанно это, прежде всего с тем, что при выполнении земляных работ практически всегда используются энергоемкие механизмы, а стоимость таких работ относительно невелика.

Главный фактор, от которого зависит энергоемкость земляных работ это энергопотребление и стоимость маш-часа механизма, который используется. Анализ практического опыта показал, что достаточно часто используются строительные машины и механизмы не отвечающие критериям энергоэффективности. Так, например, при разработке грунта экскаватором необходимо учитывать ряд факторов:

- группа грунта;
- объем работ;
- технологические и организационные условия работ;
- технико-экономические показатели механизма;
- стоимость маш-часа и пр.

Все это должно учитываться при разработке проектно-технологической документации (проекта организации строительства, проекта производства работ, технологической карты) и контролироваться в процессе производства работ. Организационно-технологические решения должны приниматься с учетом их оптимизации по критерию затрат ТЭР.

**Технические нормативные правовые акты в архитектурной,
градостроительной и строительной деятельности
в Республике Беларусь**

Пикус Д.М., Голубев Н.М.

Белорусский национальный технический университет

Архитектурная, градостроительная и строительная деятельность регламентируется законодательством Республики Беларусь, государственными нормами, правилами и стандартами, устанавливающими требования к проектированию, проведению инженерных изысканий, строительномонтажных работ, эксплуатации зданий и объектов инженерной инфраструктуры.

Перечень технических нормативных правовых актов (ТНПА), действующих на территории нашей страны, включает следующие документы в области строительства:

- Закон Республики Беларусь от 5 июля 2004 г. № 300-З «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь»;

- Технический регламент Республики Беларусь «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность (ТР 2009/013/ВУ)»;

- Технические кодексы установившейся практики (ТКП);

- Европейские стандарты, введенные в качестве технических кодексов установившейся практики (ТКП EN);

- Государственные стандарты Республики Беларусь (СТБ);

- Европейские и международные нормы, введенные в качестве государственных стандартов Республики Беларусь (СТБ EN, СТБ ISO);

- Строительные нормы Республики Беларусь (СНБ);

- Строительные нормы и правила (СНиП);

- Межгосударственные стандарты в области архитектуры и строительства (ГОСТ);

- Руководящие документы в строительстве (РДС);

Всего 2232 действующего технически нормативно правового документа.

В Республике Беларусь используются и международные документы по качеству, так называемая система менеджмента качества (СМК) – ISO 9001 (the International Organization for Standardization), на основе которого был создан нормативный документ СТБ ISO 9001-2009 «Системы менеджмента качества. Требования».

Управление качеством строительства за рубежом

Минеев Р. А., Трубило С. А.

Белорусский национальный технический университет

Принципиальным отличием в зарубежных странах систем обеспечения и управления качеством является то, что они являются в значительной мере саморегулирующимися за счет большой доли частной собственности и высокой конкуренции производителей. Общим в них является простота схемы обеспечения и управления качества.

Разработчиками стандартов и норм, как правило, являются негосударственные ассоциации различного уровня, включающие представителей всех этапов инвестиционного процесса. Координация работ в этой области в США осуществляется национальным институтом стандартов и новых технологий (NIST). Надзор за строительством по заданию владельца здания осуществляют, как правило, представители проектировщика, но в отдельных случаях могут привлекаться представители независимых фирм.

Аттестацию и сертификацию продукции по различным уровням качества осуществляют региональные центры. Характерным является то что, несмотря, на менее жесткие в целом допуски на изготовление конструкций, разбивку и монтаж, и отсутствие строгой нормированной системы обеспечения точности геометрических параметров в строительстве (включая разделение на классы точности, выполнение расчета точности и оценки собираемости конструкций и т.д.), качество монтажных работ в западных странах как правило, более высокое за счет строгого входного, операционного и приемочного контроля, высокой требовательности заказчика, значительных штрафных санкций за нарушение требований, проекта. Ответственность инспектора (имеющего разрешение на указанный вид деятельности от разработчиков соответствующих норм) и объем надзора за строительством, отражается в контракте. Заказчик может выставлять повышенные требования к качеству и его контролю по сравнению с действующими нормами (предусматриваемыми, как правило, минимальные требования), что должно быть оговорено в проекте и контракте.

Муниципальные инспектора ведут надзор за правопорядком в строительстве, осуществляют экспертизу проекта и общий выборочный инспекционный контроль за основными этапами строительства, обеспечивающими требуемую несущую способность и долговечность здания, а также контролируют в дальнейшем соблюдение владельцами основных правил эксплуатации объектов.

Качество как объект управления

Ольшевская Д. В.

Белорусский национальный технический университет

Современное управление качеством – эта деятельность, которая осуществляется в ходе производства продукции. При массовом производстве качество стало рассматриваться с позиций стандарта качества всех производимых изделий. На качество оказывают действие различные факторы. Важно обратить внимание на деятельность по обеспечению качества, которая предшествует процессу производства. Необходима система управления качеством и совокупность мер постоянного воздействия на процесс создания продукта с целью поддержания соответствующего уровня качества. Управление качеством неизбежно оперирует понятиями: система, среда, цель, программа и др. Различают управляющую и управляемую системы. Управляемая система представлена различными уровнями управления организацией и др. структурами. Она создает и обеспечивает менеджмент качества и начинается с руководства высшего звена. Именно руководство должно выработать стратегию дальнейшего развития и закладывать большие возможности по сравнению с прошлым. В организационной структуре организации должны быть предусмотрены специальные подразделения, занимающиеся координацией работ по управлению качеством. Распределение специальных функций управления качеством между подразделениями зависит от объема и характера деятельности организации. Организации, функционирующие в рыночной экономике, формулируют политику в области качества таким образом, чтобы она касалась деятельности каждого работника, а не только качества предлагаемых изделий или услуг. В политике четко определяются уровни стандартов качества работы для конкретной организации и аспекты системы обеспечения качества. В соответствии со стандартом ИСО жизненный цикл продукции включает 11 этапов: 1. Маркетинг, поиск и изучение рынка. 2. Проектирование и разработка технических требований, разработка продукции. 3. Материально-техническое снабжение. 4. Подготовка и разработка производственных процессов. 5. Производство. 6. Контроль, проведение испытаний и обследований. 7. Упаковка и хранение. 8. Реализация и распределение продукции. 9. Монтаж и эксплуатация. 10. Техническая помощь и обслуживание. 11. Утилизация после испытания. Продукция заданного качества должна быть поставлена потребителю в заданные сроки, в заданных объемах и за приемлемую цену. Сертификат на систему качества позволяет сохранить конкурентные преимущества на рынке.

Статистические методы контроля качества

Ольшевская Д. В.

Белорусский национальный технический университет

Контроль качества независимо от совершенства применяемых для этого методик предполагает прежде всего отделение хороших изделий от плохих. Большую роль в обеспечении качества продукции играют статистические методы. Целью методов статистического контроля является исключение случайных изменений качества продукции. Такие изменения вызываются конкретными причинами, которые нужно установить и устранить. Статистические методы контроля качества подразделяются на: статистический приемочный контроль по альтернативному признаку; выборочный приемочный контроль по варьирующим характеристикам качества; стандарты статистического приемочного контроля; система экономических планов; планы непрерывного выборочного контроля; методы статистического регулирования технологических процессов. Для успешного применения статистических методов контроля качества продукции большое значение имеет наличие соответствующих руководств и стандартов, которые должны быть доступны широкому кругу инженерно-технических работников. Стандарты на статистический приемочный контроль обеспечивают возможность объективно сравнивать уровни качества партий однотипной продукции, как во времени, так и по различным предприятиям. Прежде всего стандарт должен содержать достаточно большое число планов, имеющих различные оперативные характеристики. При оценке важно обобщить основные положения теории и практики в данной области, для определения более подходящих методов оценки. План статистического контроля – система правил, указывающая методы отбора изделий для проверки, и условия, при которых партию следует принять, забраковать или продолжить контроль. Различают следующие виды планов статистического контроля партии продукции по альтернативному признаку: одноступенчатые планы, двухступенчатые планы, многоступенчатые планы последовательный контроль. Желательно, чтобы в стандарте были указаны различные типы планов: одноступенчатые, двухступенчатые, многоступенчатые, планы последовательного контроля и т. д. Основными элементами стандартов по приемочному контролю являются: 1. Таблицы планов выборочного контроля, применяемые в условиях нормального хода производства, а также планов для усиленного контроля в условиях разладок и для облегчения контроля при достижении высокого качества. 2. Правила выбора планов с учетом особенностей контроля. 3. Правила перехода с нормального контроля на усиленный или облегченный и обратного перехода при нормальном ходе производства. 4. Методы вычисления последующих оценок показателей качества контролируемого процесса.

**О некоторых вопросах обучения студентов строительного профиля
в современных условиях**

Пасько Ю. А.

Белорусский национальный технический университет

Анализ усвоения материала по дисциплине «Управление проектами в строительстве» приводит к пониманию следующего: возрастает не в пользу выпускников и без того существенный разрыв между багажом их знаний и навыков, приобретаемых будущими инженерами-строителями за весь срок обучения по специальности в университете и технологиями, актуальными, востребованными в строительной отрасли республики; применение BIM-технологий и методики управления проектами открыло возможности по строительству принципиально иных по конструктивному, архитектурно-планировочному содержанию объектов; подавляющее большинство студентов не использует для получения новейших знаний доступные мероприятия, проводимые в строительной отрасли республики; все чаще в ходе занятий по дисциплинам блока «Информационные технологии» студенты используют приносимое с собой в аудиторию аппаратное обеспечение. В связи с этим в рамках занятия возникает две проблемы, требующие внимания и решения: повышается нагрузка на классную электрическую (силовую) сеть, а также возникает проблема интеграции в сетевое компьютерное пространство, в сети, выстроенные на базе LAN и Wi-Fi интерфейсов оборудования; не во всех классах технически обеспечена возможность широкого использования компьютеров для решения учебных задач на уровне современных технологий; причины указанного – несовпадение версий предустановленных операционных систем, сбои в функционировании локальных сетевых решений. В этой ситуации представляется необходимым: введение в программу по предмету «Информатика» всех строительных специальностей изучения (объем – 10 а.ч.) программного продукта BIM; участие студентов в семинарах и конференциях профильных выставок; моделирование в группах образов команд управления проектами; проведение профессорско-преподавательским составом кросс-предметных консультаций, способствующих развитию студентами аналитики; ревизия возможностей силовых и слабых точных электросетей учебных классов по подключению электропотребителей с подготовкой и закреплением в аудиториях паспорта сетей с информацией о предельной нагрузочной способности; выделение ставки системного администратора для обслуживания локально-вычислительных сетей в 15-м, 16-м и 20-м учебных корпусах БНТУ.

Концептуальный взгляд на применение аппаратно-программного обеспечения в строительной отрасли

Пасько Ю. А.

Белорусский национальный технический университет

Успехи реализуемого в последние несколько лет нового подхода к проектированию объектов недвижимости, емко называемого BIM, основаны, не столько на возможностях аппаратно-программных комплексов, но, главным образом, на:

– комплексном использовании в подразделениях предприятия-проектировщика не одного вида программного обеспечения (далее – ПО) от конкретного производителя ПО, а нескольких. В некоторых случаях, при работе над проектами средней и высокой сложности, 1-й категории ответственности, проектировщик может задействовать для создания проекта от десятка до пятидесяти сложных программных продуктов;

– готовности проектировщика интегрировать результаты наработки различных его подразделений в различных разделах проекта в конечный продукт – проектно-сметную документацию, необходимую заказчику;

– существовании в организации регламента, обеспечивающего как эффективную, так и безопасную передачу промежуточной информации в рамках проекта из подразделения в подразделение, а при необходимости – и за пределы предприятия: заказчику, подрядчику, контролирующим органам, иным заинтересованным сторонам конкретного проекта.

В этом заключена особенность текущего этапа, на протяжении которого главной задачей производителя информации становится сохранение ее целостности в ходе миграции, разделения и слияния.

Для обеспечения бесперебойной циркуляции информации в интересах всех подразделений проектировщика, вышеуказанного вывода информации для передачи заинтересованным сторонам применимы следующие форматы, обеспечивающие и безопасность, и эффективность:

- для вывода BIM-модели – IFC;
- для передачи чертежей – от PDF до DXF, DWG, PDF и XPS;
- для визуализации проектов – OBJ, DAE;
- для вывода в 3D-печать – STL.

В целом же, обмен данными об информационной модели объекта недвижимости между различными программами организован в ПО уже с применением следующих форматов: txt, ifczip, ifcxml, ifc, bcf, dwg, dxf, dgn, dwf, pdf, img, 3ds, stl, wmf, emf, skp, kmz, c4d, ofml, iges, obj, u3d, atl, wrl, epix, xlsx, docx и других, охват форматов зависит от конкретного ПО.

Учет влияния сейсмических воздействий при проектировании различных типов многоэтажных зданий

Расанец М. А.

Белорусский национальный технический университет

Исследование сейсмостойкости включает в себя как полевые, так и аналитические и лабораторные эксперименты, с целью теоретических работ в области сейсмостойкого строительства. По результатам многочисленных исследований самыми опасными при землетрясениях оказываются здания двух типов. Первый тип - дома со стенами из малопрочных материалов. Второй тип - железобетонные каркасные здания. В отличие от каркасных очень хорошо себя зарекомендовали крупнопанельные здания и дома со стенами из монолитного железобетона, обладающие максимальной жесткостью во всех направлениях.

В последние годы имеются большие успехи в исследованиях влияния землетрясений на здания. Так, доказано, что в сейсмических районах необходимо применять простейшие конструкции, как правило, симметричные и с равномерным распределением массы. Крайне нежелательны резкие изменения жесткостей от одного к другому этажу. С точки зрения сеймики не рекомендуются здания, имеющие размеры этажей в плане в уровне верхних этажей большие, чем в уровне нижних. Распределение массы имеет решающее значение, а поэтому в сейсмических областях необходимо требовать, чтобы здания имели симметричный план, основные массы располагались как можно ниже и были исключены эксцентриситеты больших сил, так как при сейсмических толчках при определенных условиях могут возникать большие крутящие моменты. Важно, чтобы здание имело большую жесткость на кручение. В несимметричных зданиях или с эксцентричным расположением ядер и стен жесткости возникают значительные крутящие моменты.

Обследование конструкций зданий после землетрясений показывает, что соединения элементов конструкций оказывают значительное влияние на сейсмостойкость зданий. Стыки должны иметь одинаковую с соединяемыми стержнями несущую способность и деформативность, в противном случае стержни теряют способность поглощать энергию и снижается способность деформирования.

Для уже существующих зданий, кардинальное решение - снесение всех опасных домов и строительство на их месте новых сегодня нереально. Поэтому самая сложная и неотложная задача - усиление зданий, построенных без учета возможных сейсмических воздействий или рассчитанных на незначительные землетрясения.

Развитие нормативной базы Республики Беларусь, регулирующей эксплуатацию недвижимости

Судорева Г.Д.

Белорусский национальный технический университет

Система технической эксплуатации в Республике Беларусь как и в большинстве стран постсоветского пространства долго время регулировалась нормативными актами СССР, даже после установления суверенитета страны. Основными документами были ВСН 58-88(р) для жилых зданий и объектов социально-культурного назначения и специальное положение о ремонтах в производственных зданиях.

В данных нормативных актах систему технической эксплуатации подразделяли на *технологическую эксплуатацию* (обслуживание зданий и сооружений согласно их предназначения) и *техническую* (поддержание их в исправном состоянии).

С формированием национальной нормативной базы был принят СНБ 1.04.01-04, в котором эксплуатация рассматривалась как содержание, техническое обслуживание и ремонт. При этом оговаривались требования к объекту, конструкциям и инженерным системам и приводились правила оценки износа и обследования объектов и их элементов и систем.

С дальнейшим развитием нормативной базы появляется ТКП 45-1.04-208-2010, освещающее общие вопросы технического состояния и обслуживания конструкций и инженерных систем взамен СНБ 1.04.01.-04. Взамен ВСН 58-88 (р) и положения о ремонтах в производственных зданиях принимаются соответственно ТКП 45-1.04-14-2005 «Техническая эксплуатация жилых и общественных зданий и сооружений. Порядок проведения» и ТКП 45-1.04-78-2007 «Техническая эксплуатация производственных зданий и сооружений. Порядок проведения».

В конце 2016 г. был утвержден новый ТКП 45-1.04-305-2016 «Техническое состояние и техническое обслуживание зданий и сооружений. Основные требования» взамен трех действовавших ранее, который объединил вопросы технической эксплуатации всех видов зданий и сооружений. Его принятие было связано с работой по сокращению числа обязательных технических нормативных правовых актов и актуализации действующих строительных норм.

Данный документ конкретизировал по сравнению с предыдущими ТКП основные определения и добавил понятия эксплуатанта и ответственного эксплуатанта и их прав. Также многие нормы применяемые до этого в отношении только производственных зданий стали обязательными и для жилых и общественных.

Основные этапы развития промышленного производства

Судорева Г. Д.

Белорусский национальный технический университет

Развитие промышленного производства принято разделять на 4 этапа, границами которых являются промышленные революции. Промышленная революция происходит через трансформацию средств производства и продукта, разрабатываемого и производимого этими инструментами.

Первая промышленная революция в Европе и США позволила перейти от аграрного общества к индустриальному. Этот период связывают с изобретением механических устройств, например первого механического станка изобретенного в 1784г. металлургом Г. Кортон.

Вторая промышленная революция длится со второй половины XIX века до начала XX века и характеризуется массовым освоением поточного производства, широким применением электричества и химикатов. В этот период Г. Форд налаживает массовое производство и открывается первая технологическая линия на скотобойне в штате Цинциннати (1870 г.).

Третьей промышленной революцией обычно обозначают так называемую «цифровую революцию» – повсеместный переход в производстве к применению информационно-коммуникационных технологий и автоматизацию. Ее связывают с появлением в 1969 г. первого программируемого логического контроллера Modicon 084 для автомобилестроительной компании General Motors. Концепция третьей промышленной революции по состоянию на середину 2010-х годов до конца не устоялась.

Четвёртая промышленная революция связывается поддержкой исследований для создания полностью автоматизированных производств, линии и изделия на которых взаимодействуют друг с другом и потребителями в рамках концепции Интернета вещей, за счёт чего обеспечивается выпуск индивидуализированной продукции.

На 2017 год термин «Интернет вещей» распространяется не только на киберфизические системы для «домашнего» применения, но и на промышленные объекты. Развитие концепции «Интеллектуальных зданий» получило название «Building Internet of Things» (BIoT, «Интернет вещей в здании»), развитие распределённой сетевой инфраструктуры в автоматизированной системе управления технологическим процессом привело к появлению «Industrial Internet of Things» (IIoT, «Индустриальный (промышленный) интернет вещей»).

Современный этап развития промышленности связан с большими объемами информации, которую необходимо обработать и сохранить.

**Сервейинг – концепция системного анализа и управления
недвижимостью**

Юрковец А. В.

Белорусский национальный технический университет

Сервейинг (от англ. – межевание, обследование, инспектирование) - комплексный системный подход к развитию и управлению недвижимостью. В рамках сервейинга происходит разграничение функций собственника и управляющего: за собственником остаются функции принятия стратегических решений и контроля за качеством управления, функции оперативного управления объектами недвижимости делегируются профессиональным сервейинговым компаниям. В Англии сервейинг возник еще на рубеже XV-XVI веков. На начальном этапе так назывались функции по межеванию земельных участков, регистрации объектов земельной собственности и прав на них, которые выполняли специально уполномоченные государственные чиновники. Сервейинг охватывает все этапы жизненного цикла недвижимости, формы ее проявления, а не только управление ею. В конечном итоге, любой вариант управления оценивается с позиций достижения целей собственника. Проблема в том, что часто цели собственника четко не определены и носят самый общий характер. Именно в таких случаях специалисты сервейинговой компании помогут собственнику составить представление о возможных вариантах использования объекта недвижимости, оценить реалистичность его представлений относительно будущих доходов от использования объектов. Специалисты по сервейингу сравнивают различные стратегии управления объектом недвижимости, отбирают варианты, соответствующие целям собственника, определяют уровень делегирования полномочий управляющей компании. После чего заключается договор на управление, который может быть договором доверительного управления, или аренды, или агентским. Подготовка специалистов, способных выполнять функции по сбору, предоставлению и обработке информации об объектах недвижимости, городскому планированию, подготовке и внедрению проектов по застройке, оценке и управлению недвижимостью, ремонту, реконструкции и модернизации зданий является в настоящее время актуальнейшей задачей. Системный подход при решении прикладных управленческих задач является конкурентным преимуществом концепции сервейинга, включающего мероприятия, связанные с проведением всего комплекса технических и экономических экспертиз объектов недвижимого имущества, обеспечивающих получение максимального эффекта.

Роль контроллинга при анализе деятельности строительных организаций

Юрковец А. В.

Белорусский национальный технический университет

Контроллинг – новое явление в теории и практике современного управления, возникшее на стыке экономического анализа, планирования, управленческого учета и менеджмента. Цель контроллинга является производной от целей предприятия. Высшая цель состоит в сохранении и успешном дальнейшем развитии предприятия. Контроллинг – управление будущим для обеспечения длительного функционирования предприятия и его структурных подразделений. Контроллинг содействует достижению главной стоимостной (монетарной) цели предприятия – оптимизации финансового результата через максимизацию прибыли и ценности капитала при гарантированной ликвидности. Оптимизация финансового результата может рассматриваться как главная цель контроллинга, для достижения которой решаются основные задачи контроллинга – формирование целенаправленного комплекса мероприятий по достижению главной цели. Основные задачи контроллинга заключаются в информационном обеспечении ориентированных на результат процессов планирования, контроля и регулирования на предприятии, в выполнении функций интеграции, системной организации и координации. Базу контроллинга составляют показатели производственного и финансового учета, по возможности организованные в банк технико-экономических данных. Контроллинг выполняет функции консультирования и обслуживания, подготовки и реализации решений. Эти специальные задачи контроллинга решаются на предприятии в целом. Для эффективного применения инструментов контроллинга необходима автоматизированная обработка экономических данных. Система контроллинга должна гибко реагировать и быстро предоставлять менеджерам актуальную информацию, обеспечивающую эффективное принятие управленческих решений. Сущность контроллинга заключается в сведении воедино, интеграции информационных потоков и на основе их координации, определения направления воздействия на внешнюю и внутреннюю среду для достижения цели и своевременного доведения информации до лиц, принимающих управленческие решения. В целом контроллинг можно определить как целостную систему управленческих элементов, посредством воздействия которых достигается ориентация управленческого процесса на предприятии для достижения поставленных целей.

Архитектура зданий и сооружений

**Центр активного долголетия – новая типологическая единица
в Республике Беларусь**

Лазовская Н. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в структуре населения Республики Беларусь увеличивается число лиц пожилого возраста, имеющих ряд ограничений жизнедеятельности в силу причин, связанных с возрастным фактором. Однако современные пожилые люди длительное время могут оставаться независимыми от близкого окружения, медицинских и социальных служб, быть социально активными. Медицинские и социальные услуги пожилым людям предоставляют медицинские и социально-реабилитационные учреждения, организацию свободного времени – университет третьего возраста, клубы, кружки по интересам и т.п. Проживание, как правило, одиноких людей осуществляется в домах-интернатах общего типа, которые по своей функциональной структуре, пространственным условиям и условиям создания доступной среды не соответствуют современным подходам и разноплановости сенсорных, двигательных, мнестических особенностей пожилых людей. Решением проблемы является создание системы учреждений, деятельность которых направлена на компенсацию недостатка знаний, умений и навыков пожилых людей, необходимых для эффективной жизнедеятельности в современных, стремительно изменяющихся условиях, а также самостоятельной жизни в условиях ограничения мобильности, самообслуживания, общения, ориентации, получения информации.

Центр активного долголетия для Беларуси является новым типом учреждения для проживания пожилых людей с сохранением максимально возможного уровня их социальной активности. Центр должен включать элементы социальной, медицинской инфраструктуры, а также подразделения трудовой, социо-культурной, образовательной и другой занятости. Модуль 1 – независимое комфортное проживание, модуль 2 – социально-реабилитационные услуги, в т.ч. для нуждающихся жителей населённого пункта. Формирование открытых пространств, планировочной структуры и среды непосредственного проживания – квартир, технологических модулей квартир (кухни, ванной, санузла) элементов мебели и оборудования – требует учета принципов универсального дизайна и меняющихся функциональных возможностей человека. Квартиры оснащаются универсальным инженерно-техническим оборудованием, создающим условия самостоятельного проживания для людей, имеющих разнообразные ограничения.

**Архитектурное проектирование в условиях развития
предпринимательской инициативы и стимулирования
деловой активности**

Сергачев С. А.

Белорусский национальный технический университет

Декретом Президента Республики Беларусь от 23 ноября 2017 г. № 7 определено, что одним из принципов взаимодействия государственных органов и государственных организаций с юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями – саморегулирование бизнеса и минимизация вмешательства государственных органов в предпринимательскую и иную экономическую деятельность субъектов хозяйствования. Поручено утвердить общие требования пожарной безопасности, санитарно-эпидемиологические требования, требования в области охраны окружающей среды и в области ветеринарии к содержанию и эксплуатации зданий и сооружений, изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования. В связи с этим повысится влияние заказчиков и инвесторов на формирование объектов бизнеса, в том числе и на проектирование.

Теперь технические кодексы установившейся практики будут являться обязательными для субъектов хозяйствования только при ссылке на них в законодательных актах, технических регламентах Республики Беларусь, иных нормативных правовых актов Совета Министров Республики Беларусь (их предстоит разработать и утвердить), а также, и это самое существенное, – если сами субъекты хозяйствования в добровольном порядке заявят об обязательности их соблюдения. Упрощены функциональные процессы утверждения документации. Не потребуются государственной санитарно-гигиенической и экологической экспертизы документации на строительство многих видов объектов (объекты общественного питания, сельскохозяйственного назначения, санаторно-курортных организаций, туристической инфраструктуры и пр.). В сферах торговли, общественного питания, бытового обслуживания предоставлена возможность создавать стационарные торговые объекты вне зависимости от наличия таких объектов на утверждаемых местными органами схемах размещения, если при этом не нарушаются требования градостроительной документации.

Это будет накладывать на архитекторов повышенную ответственность за принимаемые решения, обещает сложности в отношениях с заказчиками. Но при этом появляется возможность существенно повысить значение творческих начал в архитектурном процессе и роль творческой личности.

Проектная организация нового типа

Аладов В. Н.

Белорусский национальный технический университет

Изменение номенклатуры проектных организаций нанесло ощутимый удар по индивидуальным творческим мастерским. Действительно, довольно сложно, работая над ограниченным количеством объектов, иметь в своем штате, кроме разных исполнителей, четырех главных инженеров или главных архитекторов и главных специалистов по всем смежным разделам проекта.

При этом ряд ведущих архитекторов потеряли возможность конкурировать не только с сохранившимися проектными институтами, но и с созданными при различных конторах малоквалифицированных проектных групп и группок. Порочная система тендеров, где принимается во внимание лишь дешевизна проекта, но не его архитектурное качество, приводит к тому, что шедевров в последние годы мы не наблюдаем.

Для сохранения творческих мастерских нами предложено создание индивидуальных творческих мастерских, что дает возможность иметь в итоге трех-четырёх главных архитекторов проекта и включения в эту организацию подразделения, включающего в себя всех необходимых главных специалистов смежных специальностей.

Первая такая организация при поддержке Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь уже создана под эгидой Международной академии архитектуры – ООО «Объединенные творческие мастерские МААМ» и, несмотря на всяческие препоны, искусственно создающиеся на ее пути, достаточно успешно функционирует.

Классификация домов-вставок

Рак Т. А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из рациональных планировочных решений при уплотнении жилой застройки является возведение домов-вставок.

Строительство при вторичной застройке территории этих новых архитектурных объектов позволяет увеличить плотность застройки, дополнить её социальную инфраструктуру. Во многих градостроительных ситуациях возведение домов-вставок позволяет дополнить или создать каркас застройки, существенно улучшить композиционно-планировочные, экологические и эстетические качества городской среды.

Возможность использовать разнообразные стилистические и объёмно-пластические архитектурные решения при строительстве домов-вставок способствует формированию выразительного индивидуального образа застройки.

Классификацию зданий-вставок можно провести по нескольким типологическим признакам:

- функциональному назначению;
- форме и месту её размещения в застройке;
- виду объёмно-планировочной системы.

По функциональному назначению могут быть выделены: жилые, общественные, коммуникационные и декоративные вставки.

По форме и месту размещения домов-вставок в застройке наиболее распространены:

- фронтальная вставка, объединяющая два дома, расположенные торцами друг к другу;
- угловая вставка, объединяющая дома, расположенные под углом друг к другу;
- линейная вставка, соединяющая торцы, нескольких домов расположенных параллельно;
- комбинированная вставка, соединяющая несколько зданий с различной ориентацией корпуса.

По виду объёмно-планировочной системы можно выделить одно и многосекционные, блокированные, галерейные, пассажные вставки и вставки образованные при развитии объёмов примыкающих зданий.

Здания-вставки могут быть разделены на «глухую» вставку, полностью изолирующую дворовую территорию от улицы и вставку с аркой для сохранения прохода или проезда на внутриквартальную территорию.

Современные архитектурно-планировочные решения торговых центров

Горунович В. В.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня на потребительском рынке действует большое количество торговых сетей. Это обусловило появление одних из главных его компонентов – супермаркетов и гипермаркетов торговых пространств универсального назначения, а также моллов или магазинов – складов. Они размещаются на перекрестках магистралей в периферийных районах, делая их точками притяжения.

Появился новый тип торговых зданий, выполняющий основную торговую функцию и совмещающий в себе такие функции, как развлекательные, зрелищные, общественного питания, физкультурно-оздоровительные и другие. Такие здания, становятся одними из быстро развивающихся многофункциональных центров.

В них основным фактором, является организация функционального процесса для посетителей, которые превратили их в центры семейного досуга в выходные дни. Проектирование торгово-развлекательных центров требует сотрудничества архитекторов, маркетологов, дизайнеров, технологов и самих торговых работников для формирования концепции планируемого торгового центра. Определяется объемно-планировочная схема из уже существующих композиций:

- компактная схема строится на основе зальных, атриумных и комбинированных схем группировки помещений;
- центрическая схема предусматривает выделенное одно главное помещение, а вокруг него группируются все второстепенные;
- линейная схема строится как протяженная, включает коридоры, галереи, пассажи и анфиладные схемы группировки помещений;
- треугольная схема строится на основе компактной схемы;
- крестообразная схема строится на основе линейной схемы с пересечением под разными углами.

Торговые центры формируются как многоуровневые структуры, которые взаимодействуют по средствам горизонтальных и вертикальных коммуникаций – лестницы, лифты, эскалаторы, пандусы. Значительно сокращается протяженность горизонтальных путей сообщения. Планировка торгового центра должна эффективно направлять и распределять потоки, чтобы все площади были доступны и посещаемы покупателями.

Архитектурно-пространственная структура детских дошкольных учреждений

Молокович Г. Е.

Белорусский национальный технический университет

Архитектурно-пространственная структура детских дошкольных учреждений скрывает потенциальные возможности в создании пространства уникального информационного поля, выполняя функции развивающего фактора, способствующего формированию личности и выявлению способностей человека. Неполноценность этого пространства в дошкольном возрастном периоде, как наиболее важном, способствует потере многих возможностей ребёнка в будущем.

С учётом современных тенденций, свойственных процессу общественного развития в сфере воспитания и образования детей, понимания вопросов экологии, в соответствии с новыми технологиями в строительстве и архитектуре, возникает необходимость трансформации архитектурно-пространственной структуры детских ДДУ как информационной среды, которая обеспечивала бы стимулирование развития детей, сохранение здоровья и их социальную адаптацию.

Практика большинства ДДУ показывает, что архитектурно-пространственная структура не отличается вариантностью решений и не учитывает особенности восприятия пространственной структуры ДДУ детьми, которое связано с миром чувств и ощущений. И только целесообразная, художественно выразительная, совершенная и специально организованная система средств может создать качественную и комфортную среду для детей, которая будет находить отражение в восприятии ребёнка.

Таким образом, архитектурно-пространственная структура ДДУ как средового объекта, требует организации всех архитектурных элементов составляющих пространство для формирования информационного поля, не только отражающих тектонику объёма, но и воздействующих на различные уровни восприятия ребёнка с целью его развития. Особое значение имеют:

- композиционное построение пространства относительно светового фронта и связи с внешней средой;
- выявление значимых образуемых пространств и архитектурных элементов его составляющих;
- формирование игрового пространства с использованием декоративных характеристик архитектурных элементов и их поверхности;
- актуализация роли освещения и света в архитектурно-пространственной структуре ДДУ.

Прообразы архитектуры будущего в современной архитектуре Минска

Шайкова О. В.

Белорусский национальный технический университет

Отель премиум класса «Ренессанс Минск» относится к известной сети отелей Marriott, который находится на проспекте Дзержинского в городе Минске. На фоне монотонной застройки многоэтажных жилых домов с чередованием административными зданиями, которыми застроен проспект, объем отеля притягивает внимание. И выделяется из ряда построенных гостиниц столицы последних лет.

Белоснежные фасады, темно-синие остекление и изогнутые формы отеля притягивают взгляд.

Каждый отель известной международной гостиничной сети обладает уникальным характером, передающим местный колорит. В данном случае – это белорусская природа.

Спроектирован отель «Ренессанс Минск» в государственном проектно-институте «Минскгражданпроект» под руководством главного архитектора проекта Александра Ивашко.

Оригинальная форма архитектуры отеля, качество строительных и отделочных материалов, использование новейших технологий в области технического обеспечения деловых мероприятий свидетельствуют о серьезных капиталовложениях.

Стремление архитекторов сделать столицу Республики Беларусь привлекательной, комфортной для жителей города и туристов рождает уникальные проекты. Однако эти проекты приобретают скоротечный временной характер.

В отеле «Ренессанс Минск» учтены актуальные позиции для архитектора сегодня, а именно:

- современный этап белорусской архитектуры;
- формирование индивидуального образа столицы;
- эстетическая выразительность фасадов;
- непосредственная близость отеля от основных достопримечательностей столицы;
- многофункциональность залов;
- зоны отдыха;
- безопасность людей;
- новейшие технологии;
- современность объёма.

Библиотека как часть городского общественного центра

Григорьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Библиотеки всегда являлись объектами с ярко выраженной социальной направленностью и играли важную роль при формировании городских общественных центров. Помимо неоспоримой функциональной значимости, эти объекты непосредственно участвуют в формировании эстетического облика среды жизнедеятельности. Особенно это характерно для городов районного подчинения, общественные центры которых часто имеют моноцентрическую структуру. В крупных и крупнейших городах, библиотеки часто располагаются в структуре центров планировочных образований (районов, микрорайонов) и обеспечивают обслуживание тяготеющего населения. Кроме того, встречается размещение библиотечных зданий в исторических и культурно-исторических центрах, а также в специализированных центрах: культурных, культурно-развлекательных, научных и научно-образовательных.

Последние десятилетия в мире в целом и в Беларуси в частности ознаменовались небывалым прогрессом в сфере инфокоммуникаций. Значительную роль в этом сыграло формирование общего информационного пространства и появление принципиально новых возможностей доступа к информационным ресурсам. Библиотека становится качественно новым компонентом общественного городского центра.

В свете этих тенденций особенно упрочняются позиции существующих региональных публичных библиотек, поскольку эти объекты чаще всего изначально располагаются в непосредственной близости от социально значимых объектов, транспортных и пешеходных коммуникаций, ландшафтных зон, объектов историко-культурного наследия и т.д. Учитывая этот градостроительный потенциал, развитие и преобразование этих объектов в высокотехнологичные мультимедийные центры способствует:

- повышению информационной культуры населения;
- созданию социально значимых объектов притяжения и социальной активности населения;
- планировочной адаптации существующих зданий библиотек к современным информационным технологиям;
- созданию благоприятных условий для привлечения финансовых средств;
- развитию общественных центров городов.

Таким образом, необходим комплексный подход при определении оптимальных решений по реорганизации библиотечных зданий.

Особенности проектирования учреждений дополнительного образования детей

Книга Е. Н., Ситникова И. О.

Белорусский национальный технический университет

Обзор современной зарубежной и отечественной практики, выявленные группы факторов формирования учреждений дополнительного образования детей, позволили определить, что значительное распространение должны получить учреждения с развитой системой функциональных элементов, это позволит полнее использовать творческий потенциал детей, привлечь их в это учреждение.

Тип учреждения определяется следующими характеристиками:

- соответствием образовательных программ, потребностям детей;
- величиной и составом функциональных блоков, их удельным весом в структуре учреждения;
- способом вариации функциональных элементов и архитектурные комбинации объемно-планировочных решений.

Предлагаемый состав и параметры помещений должны соответствовать запросам учащихся и качественным и количественным характеристикам детей, виду образовательных мероприятий. Важно отметить, что показатель по единовременной вместимости учреждения является не постоянным. Необходимо учитывать, что число посетителей увеличивается во время проведения праздников, отчетных концертов, конкурсов и т. д. Это влияет на параметры различных помещений.

Для расширения спектра функциональных программ необходимо предусмотреть гибкую планировочную структуру, что позволит изменять параметры помещений, выделять функциональные зоны, разделять и объединять пространства, в зависимости от вида деятельности. Важно учитывать, что состав и количество учащихся, их потребности не постоянны и со временем будут изменяться.

Трансформация основных функциональных помещений должна осуществляться с учетом технических и экономических возможностей, конструктивных особенностей здания, габаритов помещений, расположения оконных проемов. Помещения должны быть структурированы таким образом, чтобы у детей был большой и свободный выбор возможностей их использования, чтобы учащиеся и педагоги могли сами их переоборудовать и осваивать, изменяя их функции. Поэтому типология этих объемов должна быть прогнозируема.

**Варыянты арганізацыі ўваходаў на сутарэнны ўзровень
праваслаўных храмаў**

Арабей В. Г.

Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт

Асноўным варыянтам арганізацыі ўваходаў на сутарэнны ўзровень у сучасных праваслаўных храмах з'яўляюцца прыямкі. Распаўсюджанне такога рашэння абумоўлена канструктыўнай прастатой і шырокімі маштабамі выкарыстання іх ў аб'ектах іншай тыпалогіі. Разам з тым, падчас эксплуатацыі храмаў былі выяўлены наступныя недахопы названага рашэння: трапленне ападкаў у прыямкі і неабходнасць уладкавання дрэнажных сістэмаў для адводу вады альбо усталявання навесаў, забруджванне, верагоднасць атрымання траўмаў, пагаршэнне эстэтычных паказчыкаў храма і г.д. Такім чынам, прыямкі, забяспечваючы сувязь з памяшканнямі сутарэнных і цокальных паверхаў, з'яўляюцца прычынай шэрагу праблем, якія патрабуюць вырашэння.

Альтэрнатыўнымі варыянтамі ўладкавання ўваходаў на сутарэнны ўзровень выступаюць убудаваныя альбо прыбудаваныя лесвічныя клеткі. Безумоўна, і названыя рашэнні маюць свае адмоўныя бакі, напрыклад, пры размяшчэнні лесвіцы ў контуры храма губляецца карысная плошча будынка, а пры прыбудове з'яўляецца новы аб'ём, які патрабуе дадатковых капіталаўкладанняў. Але, нягледзячы на гэта, станоўчыя вынікі дамінуюць. У якасці прыклада можна прывесці праектную прапанову Спаса-Праабражэнскага храма г. Жодзіна, у якой выкарыстоўваюцца абодва рашэнні. Убудаваная лесвічная клетка знаходзіцца сумежна з бабінцам і сумяшчаецца з пад'ёмам на хоры, што дазваляе максімальна эфектыўна выкарыстоўваць плошчы будынка. Прыбудаваная размяшчаецца з паўднёвага боку царквы і акрамя асноўнай функцыі – доступу прыхаджан на сутарэнны ўзровень і эвакуацыі з яго – дазваляе ўсталяваць у ёй нахільны пад'ёмнік для фізічна аслабленых асоб, з'яўляецца своеасаблівым буферам, які памяншае цеплавую страту малітоўнай залы, узбагачае аб'ёмна-прасторавую кампазіцыю храма.

Пацверджаннем перспектыўнасці выкарыстання прыбудаваных лесвічных клетак і зручнасці карыстання імі выступаюць не толькі сучасныя храмы, але і шматлікія помнікі архітэктуры, доступ на сутарэнны ўзровень якіх быў рэалізаваны з дапамогай названага рашэння (Свята-Духаў кафедральны сабор і Аляксандра-Неўская царква ў г. Мінск і г.д.). Забеспячэнне неабходных функцыянальных сувязяў і магчымасць фарміравання выразнага кампазіцыйнага рашэння, а таксама вырашэнне праблем, характэрных для прыямкаў, дазваляе рэкамендаваць убудаваныя і прыбудаваныя лесвічныя клеткі для больш актыўнага выкарыстання ў практыцы храмабудаўніцтва.

**Дойлідства слонімскага рэгіёна: прыёмы традыцыйнай архітэктурнай
арганізацыі ваконных і дзвярных праёмаў**

Шэтак Ю. Т.

Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт

Прыёмы традыцыйнай архітэктурнай арганізацыі ваконных і дзвярных праёмаў Слонімсчыны адрозніваюцца для мураваных і драўляных сакральных будынкаў, дзе вызначаюцца большай разнастайнасцю, і пабудоваў народнага драўлянага дойлідства, дзе назіраюцца лакальныя адметнасці.

У мураванай архітэктуры паводле складнікаў палатна найчасцей сустракаюцца дзверы глухія (касцёл Святога Андрэя Апостала, г. Слонім) і з фрамугай (былы касцёл бернардынцаў, г. Слонім). Запаўненне дзвярных праёмаў паводле матэрыялу магло быць цэльнаметалічным (Слонім, вул. В. Крайняя, д.13). Аднак абсалютная большасць дзвярэй была драўляная з металічнымі скабянымі элементамі, радзей драўляная і абабітая жалезам. Найчасцей цалкам з жалеза рабіліся дзверы, якія вялі ў крыпту.

У храмах распаўсюджаныя дзверы з форткай (былы касцёл бернардынцаў, г. Слонім). Вокны паводле матэрыялу рамы і пераплётаў бываюць цалкам драўлянымі (Царква ў Дзятлаве), металічнымі (кляштар бернардынак, г. Слонім), змяшанымі (Вялікая сінагога, г. Слонім). Часта сустракаюцца драўляныя ваканіцы (царква Нараджэння Божай Маці, в. Міжэвічы), вітражныя вокны (касцёл Святой Тройцы ў Зэльве).

У сучасным народным жытле асноўным відам аздаблення сценаў з'яўляецца шалёўка ў спалучэнні з разьбой і колеравым дэкорам, традыцыйна істотную значнасць у вырашэнні фасадаў маюць ваконныя ліштвы. Для заходніх рэгіонаў Беларусі ў цэлым характэрны прастакутныя і сандрыкавыя ліштвы; а радзей за ўсё сустракаюцца франтонападобныя. Можна асобна адзначыць буйны модуль сандрыкавых ліштваў, а таксама падваконны дэкор. На поўдні Слонімсчыны ў ваконным аздабленні пачынаюць часцей з'яўляцца архаічныя салярныя і зааморфныя матывы. Верхнія часткі будынкаў у рэгіёне вызначаюцца шматшэрагавымі і шматколёрнымі наборамі шчытоў франтона, на якіх звычайна размешчаны даволі сціплыя ваконныя праёмы, без дадаткова вылучаных ліштваў і нашчыльнікаў.

У выніку можна зазначыць, што традыцыйныя прыёмы запаўнення і аздаблення дзвярных і ваконных праёмаў у мураванай і драўлянай сакральнай архітэктуры слонімскага рэгіёна маюць шмат агульнага з арганізацыяй гэтых элементаў у будынках заходняй часткі Беларусі ў цэлым. У драўляных пабудовах народнай архітэктуры назіраюцца рысы, характэрныя таксама для дойлідства Заходняга Палесся.

УДК 726.71(476) (091)

Использование технологии виртуальной реальности в архитектурном проектировании

Лаврецкий Н. Г.

Белорусский Национальный Технический Университет

Как техническая инженерная специальность, архитектура всегда развивалась в соответствии с научно-техническим прогрессом. Начиная от изобретения в древнем Риме цемента, через научно-техническую революцию XIX в. в Европе до современной информационной эры, архитектура стояла на передовой прогресса.

Одна из наиболее перспективных технологий на сегодняшний день – технология виртуальной реальности (далее ВР-технология), где у человека создается эффект присутствия и иммерсии в искусственно созданной цифровой среде с помощью специальной периферии – интерфейса виртуальной реальности.

В первую очередь ВР-технология помогает при разработке дизайн-проекта интерьеров. Существующие на рынке в данный момент продукты обладают разнообразным функционалом – от возможности создать интерьер в отдельном приложении чтобы потом погрузиться в его цифровую симуляцию, до возможности работать с интерьером и его аспектами «изнутри» сразу понимая последствия тех или иных интерьерных решений, что также помогает при реконструкции существующих объектов. ВР-технология позволяет архитектору и заказчику оценить те или иные решения в реальном окружении и выбрать из нескольких вариантов.

ВР-технология позволяет инженерам работать над проектом совместно, как в BIM-программах. Но рассматривая разные аспекты проекта с наиболее удобных ракурсов и в наиболее удобных масштабах. При этом большинство существующих на рынке ВР-приложений для архитектурной работы – таких как Iris VR или Insite VR - осуществляют взаимную конверсию с BIM-приложениями.

ВР-технология помогает наглядно визуализировать большинство разделов проектирования, которые были доступны только узким специалистам – распределение естественного и искусственного освещения, температурные карты, зоны напряжения несущих конструкций итд. не только по результатам предварительных расчетов, но и в реальном времени, что позволяет архитекторам оценить все возможные варианты и выбрать наиболее подходящий под поставленную задачу.

Таким образом на сегодняшний день использование ВР-технологий расширяет инструментарий архитектора, упрощая ему ряд задач.

Архитектура новых объектов в агроэкотуризме – гостевые домики

Киселёва М. С.

Белорусский национальный технический университет

Согласно новому указу Президента Республики Беларусь №365 «О развитии агроэкотуризма» от 9 октября 2017 г., субъекты агроэкотуризма вправе возводить на своих участках гостевые домики для временного пребывания агроэкотуристов, являющиеся своеобразным продолжением жилого дома. Гостевые домики не подлежат включению в жилищный фонд, соответственно жилая площадь агроэкоусадеб не увеличивается.

Понятие «гостевой домик» появилось довольно давно, знатных особ гостивших в летних резиденциях царей, великих князей зачастую размещали в гостевых домах, тем самым предоставляя возможность гостям не чувствовать стеснения. С началом коттеджного строительства на территории Беларуси, возродилось понятие гостевых домов, или гостевых комнат в отдельно стоящих сооружениях от жилого дома (сауна, баня).

Данные сооружения используют в нескольких вариантах: в таком доме можно не только разместить гостей, но и использовать его как дополнительную жилую площадь для самих хозяев агроусадьбы.

Гостевой домик может быть летним или для всесезонного пребывания, последний вариант подразумевает устройство отопления, что удорожает его строительство, но позволяет использовать его круглый год и получать доход.

Разнообразие строительных материалов позволяет возводить объекты для временного пребывания гостей в кратчайшие сроки, либо покупать готовые заводские варианты, и перевозить к себе на участок. Для возведения гостевых домиков подойдёт система каркасного домостроения, домов из бруса. Также можно использовать готовые варианты: арочные дома, дома-бочки, дома из вагонов или контейнеров, которые можно реконструировать и получить современный архитектурный образ.

Архитектура таких домов может быть решена в едином стиле с основным жилым домом, либо отличаться. Если основные постройки имеют слабую архитектурную концепцию, то гостевые домики могут стать доминантой на участке. Использование местных художественных идей, сближение концепций стилиобразования в агротуристическом зодчестве, отражает национальное своеобразие белорусской народной архитектуры, что является своеобразным брендом на туристическом рынке.

Принятый указ расширил возможности владельцев агроэкоусадеб для улучшения условий пребывания туристов, для создания особой стилистической картины архитектуры агроэкоусадеб.

Объекты экстремальных видов спорта: зона для скалолазания

Сулименко П. Д.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с Концепцией национальной безопасности Республики Беларусь, повышение общего уровня здоровья населения входит в число основных национальных интересов страны. Сегодня на государственном уровне поднимается вопрос несоответствия современным требованиям уровня материально-технической базы организаций физической культуры и спорта (Государственная программа развития физической культуры и спорта в Республике Беларусь на 2016–2020 годы). Однако не всем видам спорта уделяется равнозначное внимание.

В 2016 году в программу Олимпиады–2020 было включено скалолазание. Популярность этого вида спорта растет, а во многих странах скалолазание уже входит в школьную программу. Беларусь же не успевает за этими тенденциями. Одна из причин этого – недостаточное количество и неравномерное распределение по территории республики площадок для тренировок по этому виду спорта.

Безусловно, строительство самостоятельного крупного скалодрома не везде возможно и оправданно. Но в мировой практике этот вопрос решается путем размещения скалодромов в уже существующих объектах различного функционального назначения:

1. В спортивных комплексах.

2. В учреждениях образования:

- в школах (Пертская Грамматическая школа, Шотландия; начальная школа Шрусбери, США и др.);

- в университетах (Государственный университет Иллинойса, США).

3. В многофункциональных комплексах (Коворкинг «Бруклин Боулдер» с зоной для скалолазания, Сомервилл, Массачусетс, США; скалодром «Бигуолл кидс» в ТРЦ Весна, Москва, РФ).

Таким образом, для популяризации и развития данного вида спорта нет необходимости в повсеместном строительстве новых объектов. Оборудовать скалодром можно, используя пустующие стены в школьном спортивном зале в любом населенном пункте, в атриуме многофункционального общественного здания, в подтрибунном пространстве стадиона. В Республике Беларусь реализованы некоторые из этих решений, но это единичные примеры, сконцентрированные в основном в крупных городах и не удовлетворяющие потребности страны в целом.

Архитектурные приёмы создания инклюзивной среды общеобразовательных школ

Степанова А. Н.

Белорусский национальный технический университет

Отношение к людям с инвалидностью, в том числе к детям с различными нарушениями (двигательными, сенсорными, ментальными) на протяжении длительного времени претерпело значительное изменение: от сегрегации до инклюзии.

Инклюзивное образование – процесс, получивший развитие в Республике Беларусь – обучение и воспитание, при котором обеспечивается наиболее полное включение в совместный образовательный процесс обучающихся с разными образовательными потребностями, в том числе лиц с особенностями психофизического развития, посредством создания условий с учётом индивидуальных потребностей, способностей, познавательных возможностей.

Важное значение, кроме образовательных программ и методик, имеет создание пространственных условий для обеспечения образовательного процесса: от доступности архитектурной среды школы до специального оборудования. В наибольшей степени концепции инклюзивного образования при формировании пространственных условий соответствует подход, основанный на принципах универсального дизайна.

Инклюзия предусматривает не только создание доступной среды. Новая модель образования подразумевает изменение специфики функционального процесса. Вследствие чего стандартное школьное пространство не отвечает меняющимся запросам. Инклюзивная школьная среда должна быть гибкой и универсальной. Вместе с тем к оборудованию учебной зоны следует подходить индивидуально. К основным приёмам создания инклюзивной школьной среды можно отнести:

- развитую коммуникационно-рекреационную систему, возможность использовать рекреации в качестве учебной зоны;
- универсальность помещений, возможность трансформации пространства, использование мобильных перегородок;
- живописную свободную планировку, отказ от явно выраженной ортогональной планировочной сетки;
- отражение методических приёмов игры в архитектуре интерьеров;
- простоту ориентации в пространстве и достаточную информативность, соответствующее колористическое решение интерьера и экстерьера;
- применение безопасных экологических материалов.

**Перспективы развития новых типов специальных зданий
для людей с ограниченными возможностями**

Матюхина К. С.

Белорусский национальный технический университет

В действующей в Республике Беларусь системе социального обслуживания населения эффективно функционирует и развивается подсистема социального обслуживания граждан пожилого возраста и людей с инвалидностью. Это обуславливает необходимость повышения эффективности внедрения новых технологий в практику работы учреждений, оказывающих социальную поддержку. В предстоящей пятилетке дальнейшее развитие системы социальной защиты будет осуществляться в рамках Государственной программы о социальной защите и содействии занятости населения на 2016–2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30.01.2016 г. № 73.

Так как в Беларуси все шире внедряется социальная услуга сопровождаемого проживания, целесообразно выделить новый тип специального здания, как «Дом сопровождаемого проживания». Главная цель сопровождаемого проживания заключается в социально-трудовой адаптации, расширении социальных связей, подготовке людей с инвалидностью к самостоятельной жизни вне стационарных учреждений и дальнейшее их сопровождение.

Такая услуга уже внедрена в Богушевском доме-интернате для детей с особенностями психофизического развития (Витебская область), в Весновском доме-интернате для детей-инвалидов с особенностями психофизического развития (Могилевская область), в Городищенском доме-интернате для детей-инвалидов с особенностями психофизического развития (Брестская область). Кроме этого, эта услуга уже предоставляется в трех психоневрологических домах-интернатах Брестской области (Телеханский, Коссовский, Жабчицкий), в двух – Могилевской области (Быховский и Каменский) и психоневрологическом доме-интернате для престарелых и людей с инвалидностью № 3 г. Минска и др.

Дома сопровождаемого проживания, как альтернатива домам-интернатам, помогут сэкономить средства государственного бюджета за счет сокращения персонала, т. к. при сопровождаемом проживании человек в основном обслуживает себя сам. Зарубежный опыт это подтверждает, там подобная практика широко применяется. Но архитектурно-планировочные решения зданий должны учитывать специфику такого проживания.

Московский период творчества архитектора И. И. Володько

Антонова А. А., Мазуренко М. К., Сергачёв С. А.
Белорусский национальный технический университет

Творчество Ивана Иосифовича Володько (1895–1984 гг.) в период до 1932 гг. (учеба во ВХУТЕМАСе, проектная работа в Минске) и в послевоенное время, начиная с 1944 г., освещалось в архитектурных и энциклопедических изданиях. Но вне поля зрения исследователей оставался временной интервал между этими датами.

В мае 1932 г. он военкоматом направлен на строительство в Старые Дороги, а по завершению этих работ, с начала 1933 г. переехал в Москву и работал в Цеккомбанке старшим инженером, затем архитектором-автором в 7-й архитектурно-проектной мастерской Моссовета, которой руководил К. С. Мельников. Запроектировал и построил: здание школы в Спасском тупике (опубликовано в сборнике Академии архитектуры «Творческие вопросы», 1935 г.); жилой дом по Русаковской улице № 1, 1936 г.; реконструкция завода им. Лепсе по Ткацкой улице, 1937 г. и лабораторный корпус этого завода по Мочальской улице, 1938 г. – все в Москве; Дом отдыха Университета трудящихся Востока на станции Опалиха Московской обл. Все эти объекты сопровождалось авторским надзором и были построены. А проект Дома культуры для завода им. Карпова остался незавершенным на стадии эскизного проекта из-за прекращения финансирования. В Москве в 1935 г. был принят в Союз архитекторов СССР.

В 1939 г. перешел в другую мастерскую Моссовета – Мосгороформления, где работал архитектором по оформлению площадей и улиц Москвы. С началом Великой Отечественной войны был назначен начальником отдела технического контроля на фабрике оформительских работ, которая среди прочего, выполняла и маскировочные работы. Непосредственно И. И. Володько в 1942 г. маскировал Царицынский укрепленный узел. В 1944 г. был отозван из системы Моссовета для работы в Управлении по делам строительства и архитектуры при Совете Министров БССР.

Сам И. И. Володько, оценивая свой творческий путь, к наиболее значимым работам и даже к достижениям (говорил – «небольшая лепта в широкий поток истоков советской архитектуры»), наряду с известными работами (крытый рынок, Советский павильон на международной выставке в Страсбурге, дипломный проект – «Дом Съездов», геодезическая обсерватория и восстановление Дома I съезда РСДРП в Минске), он относил и работы московского периода: Дом отдыха на ст. Опалиха и лабораторный корпус завода им. Лепсе.

Организация входов в жилое здание при его реконструкции

Орловская Е. Ю.

Полоцкий государственный университет

При реконструкции безлифтовых жилых зданий постройки 60-80 гг. для повышения комфортности проживания и создания безбарьерной среды необходимо изменить устройства входов в жилую часть здания. При проектировании в условиях экономических ограничений в большинстве безлифтовых домов типового строительства не были заложены необходимые по требованиям современного комфорта помещения – вестибюли и колясочные. Характерное для безлифтовых домов устройство входов с крыльца и в подвалы и в жилую секцию позволяло устроить для входа в жилую часть секции только узкие тамбуры и пригласительные марши для подъёма на уровень квартир первого этажа, что не соответствует современным требованиям по организации безбарьерной среды. Недостатки такой планировки могут быть исправлены при перестройке здания.

Анализ практики реконструкции показал что, при перестройке здания с сохранением в доме секционной системы сложилось два основных приёма устройства входов в секцию:

- устройство вестибюля за счёт ликвидации квартиры первого этажа;
- пристройка входных вестибюлей по фасаду здания.

В вестибюлях размещают колясочную, лифтовой холл (при пристройке лифта) и холл с почтовыми ящиками. Подъем с уровня земли на уровень квартир первого этажа устраивается или за счёт наружных лестниц и пандусов или по пригласительному маршу, размещённому в объёме нового вестибюля.

В зарубежной практике достаточно распространены приёмы планировки, когда лифт пристраивают к фасаду или размещают на отnose от здания. Вход в такие лифты устраивают не из вестибюля, а с крыльца. Лифт может пристраиваться совместно с идущей по фасаду галереей, примыкающей к зданию или расположенной на расстоянии от него. Часто встречается загрузка почтовых ящиков с фасада.

Одним из рациональных приёмов, значительно повышающих комфортность проживания в квартирах первого этажа, является устройство в них индивидуальных входов с выделением на придомовой территории приквартирных дворов по дворовому «фасаду» квартиры или со стороны входов на общеквартирные лестницы.

Перестройка входов в здание изменяет его архитектурное решение. Использование различных архитектурных деталей для оформления входов способствует созданию в застройке стилистически разнообразной среды.

Традиционные архитектурно-конструктивные решения стропильных систем в жилой застройке Поднепровья

Хмельницкий Е. С.
Белорусско-Российский университет

Исторически и географически регион Поднепровья включает в себя территории Гомельской, Могилёвской и Витебской областей современной Беларуси. Расположение и развитие поселений в этой части страны всегда было напрямую связано с главной водной артерией, которая формировала не только плодородные почвы, но и обеспечивала удобную торговую взаимосвязь с соседними регионами, в основном с Киевскими и Смоленскими землями. Одним из наиболее важных товаров данных территорий всегда являлась отличная сосновая и лиственная древесина, она же обычно использовалась для возведения всех типов построек.

Развитие технологии устройства стропильных систем и совершенствование их конструктивных решений было связано не только с взаимопроникновением этно-культурных традиций и производственного опыта, но и с традиционными для региона кровельными материалами (доски, дранка, солома). Сначала типичным конструктивным решением покрытий для жилых домов Поднепровья стали двускатные крыши, рубленные из бревен (д. Моисеевка, Светлогорский район, Гомельская области). В данном случае просматривается яркая взаимосвязь с архитектурно-строительной культуры Поднепровья с традициями конструирования западных и северных регионов России. Несмотря на простоту и функциональность, такая кровля все же имела недостатки, – большой вес конструкции покрытия и дороговизна леса. Это привело к более широкому использованию в крышах более легких, каркасных систем, – стропильных. Параллельно с этим совершенствовались и узлы крепления деревянных элементов. В основном их выполняли без использования дорогих по тем временам металлических деталей. Наибольшее распространение получили различные виды накладок на деревянных нагелях и врубки. Иногда надежность узлов повышалась использованием шипов или соединений типа «ласточкин хвост» для обеспечения пространственной жесткости в продольном направлении. То, что строители Поднепровья, за счет выгодного географического положения, имели возможность знать и использовать разнообразие конструктивных решений стропильных систем, обеспечило и разнообразие архитектурных форм завершенных жилых домов. Однако при всей вариативности форм, наибольшее применение нашли самые рациональные и экономичные варианты, которые актуальны и для современной практики.

**Особенности подходов к реконструкции жилых зданий
в исторической части города Бент Жбейл**

Бошар Мохсен

Белорусский национальный технический университет

Одной из проблем городов южного Ливана, в частности г. Бент Жбейл, являются разрушения более, чем 60 % всех зданий, возникшие в результате массированных бомбардировок во время израильско-ливанского конфликта в июле 2006 года. Для восстановления некогда процветающего города, возвращения в него жителей, повышения комфорта проживания, развития экономики и туристического потенциала требуется разработка научно-обоснованных подходов, методов и принципов реконструкции зданий. На первом этапе исследования проведены натурные обследования архитектурных объектов в г. Бент Жбейл с целью выявления жилых зданий, которые с учётом региональных особенностей, в зависимости от степени разрушения и с точки зрения экономической целесообразности могут быть реконструированы.

В качестве объекта обследования для последующих научных разработок определены жилые здания, размещенные в исторической части города, как наиболее привлекательные для местных жителей с точки зрения подтверждения экономической, социальной, туристической, культурной жизнеспособности г. Бент Жбейл. На основании результатов натурных обследований жилые здания разделены на 3 группы:

1 группа – 299 объектов (48,4%) составляют традиционные каменные жилые здания местного архитектурного наследия. Внесены автором в опись исторических зданий с целью изучения возможности их реставрации и в рамках дальнейшего исследования рассматриваться не будут.

2 группа – 154 объекта (25 %) составляют смешанные здания, построенные из камня в стилистике традиционной архитектуры, с включением архитектурных и декоративных элементов, характерных для исторической части города, имеют включения новых бетонных фрагментов отдельных помещений в виде пристроек и надстроек.

3 группа – 165 объектов (26,6 %) современные бетонные здания, построенные в конце прошлого – начале нынешнего века, частично разрушающие традиционный контекст исторической части города.

Для дальнейшего исследования определены объекты-представители 1 и 2 групп, имеющие незначительные разрушения основных конструктивных элементов, которые могут быть реконструированы с учётом заинтересованности местных жителей, городских властей, экономических и технологических возможностей страны.

Орловская Е. Ю., Рак Т. А.

Белорусский национальный технический университет

Кохаузинг – одна из набирающей популярность форм жилища, при которой жильцы имеют собственные квартиры и, в то же время, сообща владеют большим набором общих помещений дома. Движение кохаузинга – это попытка наладить реальное самоуправление в жилищном сообществе.

Анализ зарубежной практики реконструкции показал, что такие формы объединения соседей как кохаузинг достаточно часто развиваются при перестройке жилых зданий. В некоторых случаях кохаузинг создаётся по инициативе жителей дома, но чаще собственником здания, когда перестройка дома планируется для размещения конкретной демографической и социально-имущественной категории жильцов. Соответственно формированию дополнительных функций при реконструкции здания в нем устраивают помещения для общения, совместного досуга жильцов, их бытового обслуживания. В кохаузингах эти помещения предназначены только для пользования жильцами, аналогично системе обслуживания закрытого типа, которая характерна для современных клубных домов.

Анализ планировочных решений домов ориентированных при реконструкции на создание кохаузинга показал, что наиболее характерно устройство помещений коллективного пользования на первом этаже, в невысоких пристройках к зданию и во вставках между домами.

По набору общих помещений в кохаузингах устраивают кабинеты совета дома, зал для собраний с кладовой и кухонным оборудованием, детские игровые комнаты, тренажёрный зал, иногда бильярдную и комнаты для гостей. Из хозяйственных помещений кладовые для жильцов, общую прачечную, мастерские. К коллективным помещениям обычно примыкает терраса для сезонного использования. Иногда на крыше здания устраивают эксплуатируемые кровли для отдыха и городского огородничества, а на дворовой территории размещаются закрытые зоны отдыха с беседками и площадками для барбекю.

В нашей практике элементы такой формы жилища возможно развивать путём дополнения многоквартирных домов помещениями при товариществе собственников жилья. При реконструкции жилых зданий для создания общих для жильцов дома помещений рационально использовать подвалы, в которых по проектам размещены не требующиеся сейчас кладовые-дровяники. При этом необходимо отделение формируемых помещений от технических и устройство прямиков для отдельных входов и дополнительных окон.

Рэканструкцыя брамы, дзвярэй і вокнаў будынкаў замку ў Копылі на падставе інвентара Княства Капыльскага 1693 г.

Шэстак Ю. Т., Аўгусціновіч Е. А., Сутурын А. А.
Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт

Інвентар Княства Капыльскага 1693 г. утрымлівае апісанне ўсіх пабудоваў, якія адносіліся да невялікага драўлянага маёнтка князеў Радзівілаў, які размяшчаўся на Замкавай гары ў г. Копыль (тады цэнтр аднайменнага княства). Згодна гэтаму гістарычнаму дакументу ў склад сядзібы ўваходзілі чатыры будынкi: жылы дом, прызначаны для часовага перабывання гаспадароў, стайня з вазоўняй, піўніца, а таксама кухонны дом. У 2017 г. у ходзе правядзення архітэктурнага праектавання на архітэктурным факультэце БНТУ пры распрацоўцы візуальнай часткі канцэпцыі фарміравання культурна-асветніцкага комплексу “Замкавая Гара” ў г. Копыль Мінскай вобласці аўтары выканалі графічную рэканструкцыю сядзібнага комплексу на падставе інвентарных дадзеных і іншых гістарычных крыніцаў. Для дасягнення пастаўленай мэты спатрэбілася аднавіць вонкавы выгляд усіх архітэктурных кампанентаў (планіроўка, канструкцыя, дэкаратыўныя элементы і г.д.).

На ўездзе ў сядзібу з боку горада ў інвентары апісваецца брама з сасновых тарцінаў, абабітых акоўкай з жалезнымі цвікамі. Злева ад брамы знаходзіўся жылы дом з уваходнымі сасновымі дзвярамі з клямкай і антабай. Усе ўнутраныя дзверы дома, а таксама дзверы ў піўніцу і дзверы ў кухонны будынак былі зроблены з сасны, у той час, як напрыклад уся мэбля – з ліпы. У вазоўню вялі збітыя жалезнымі цвікамі падвойныя вароты. Унутраныя транзітныя дзверы абсталёўваліся зашчэпкамi, а ў спальню і камору – яшчэ і замком. Усе дзверы мацаваліся на завесах. Вокны ўва ўсіх пабудовах былі пералічаны асобна для кожнага пакоя. Усе вокны зробленыя з волава, з жалезнымі прутамі, мацуюцца на малых завесах (“завесках”) з нарожнікамі, зачыняюцца на кручкі.

У апісанні былі дакладна пазначана колькасць элементаў, што вельмі спрашчала задачу аднаўлення вонкавага выгляду. Апрача інвентара 1693 г., які выступаў галоўнай крыніцай інфармацыі, для пошуку вобразных аналагаў былі выкарыстаны айчынныя і замежныя ўзоры аб’ектаў драўлянага і мураванага дойлідства разглядаемага гістарычнага перыяда, у прыватнасці дзвярныя і ваконныя запаўненні, а таксама прыклады скабяных вырабаў, якія захаваліся на фотадакументах і ў натурным выглядзе ў сядзібах Радзівілаў у Нясвіжы, Альцы і інш. Дадзены прыём быў выкарыстаны з мэтай атрымання максімальна набліжанай да рэальнасці канструктыўнай і архітэктурна-мастацкай рэканструкцыі.

Классификация учреждений дополнительного образования детей

Книга Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь создан широкий спектр учреждений дополнительного образования детей: центры, школы, дворцы, клубы, студии и др. Но в связи с темпами развития различных отраслей науки и техники, а также появления перспективного атласа профессий изменяются запросы и интересы общества на услуги дополнительного образования.

Однопрофильные (специализированные) учреждения теряют свою актуальность и на смену им приходят многопрофильные (комплексные) учреждения дополнительного образования детей с гибкой, универсальной организационной структурой микрорайонного, районного, областного и республиканского значения, такие образовательные центры работают по многим направлениям.

На основе анализа имеющейся сегодня практики проектирования учреждений образования их можно классифицировать по следующим критериям:

- по градостроительному размещению в структуре города (район, зона размещения);
- по образовательному направлению и их взаимодействию (техническое, эстетическое, спортивное и т. д.);
- по набору функциональных блоков общих, специальных и вспомогательных (образовательный, вспомогательный, досуговый, рекреационный и т. д.);
- по объемному решению (самостоятельный объем, в структуре общественного, жилого здания).

При проектировании учреждений дополнительного образования детей акцент делается на образовательные функции, однако уже сейчас интересы детей расширяются более масштабно и развиваются функционально, охватывая все больше аспектов социальной жизни.

В настоящее время можно отметить потребность на «гибридные учреждения образования», то есть учреждения, в которых «скрещено» несколько функций – образование, досуг, питание, отдых, игры и видов деятельности – лекции, индивидуальные занятия, групповая работа, экспериментальные площадки и т. д. Интерес к развитию учреждений образования «скрещенного» с общественными или жилыми функциями, приводит к расширению классификации учреждений дополнительного образования детей.

Влияние бытовых традиций на архитектуру современного городского жилища Ирана

Зарифиан Раджаи Марджанэ Мохаммад Реза
Белорусский национальный технический университет

Сохраняется основная форма помещений в плане – прямоугольная, при этом в настоящее время все чаще используются более сложные формы плана комнат, особенно в квартирах повышенного комфортного уровня. Планировка квартир предлагается более разнообразной, чем в традиционных жилых домах, но учитывает климатические (сухой и континентальный климат с резкими колебаниями температур, или тропический, или субтропический), национально-бытовые (защищенность от посторонних семейного быта) и демографические условия (уменьшение численного состава семей в Иране). По-прежнему актуальны меры, направленные на эффективность вентиляции помещений (защита жилой среды как от перегрева, так и от переохлаждения).

Планировка квартир проектируется с обеспечением сквозной или угловой вентиляции, то есть с выходом окон квартиры на разные фасады, по меньшей мере на две стороны света. Особое внимание уделяется архитектурному решению входной зоны, доступной для посторонних. Она по традиции формируется как наиболее представительная часть жилища, решается с применением средств декорации входного пространства и общей комнаты (особо изысканная мебель, отделка повышенного качества, особое устройство окон, наличие лоджий и пр.). Одним из традиционных средств защиты помещений от солнца были архитектурно-конструктивные решения частых переплетов оконных проемов «ороси», которые и сейчас делают интерьер жилых помещений с преобладанием общественных функций (общая комната, гостиная, кухня-столовая) интереснее и способствуют созданию атмосферы оптимизма и праздника.

Широко применяют в современной архитектуре жилища Ирана озеленение, которое в традиционной архитектуре всегда было не только для украшения внутреннего двора, но и для создания тени, снижения температуры в жилом доме. Сейчас зеленые растения появляются на лоджиях жилых домов, причем с активной демонстрацией их на фасадах, а также на крышах многоэтажных зданий, если там организовывают пространство общественного назначения. По-прежнему используются не только декоративно-эстетические качества зеленых насаждений, но и их способность содействовать созданию физиологически и психологически комфортной среды для проживания.

Развитие представлений о традициях в современной архитектуре провинции Фуцзянь

Чэнь Цзинкэ

Белорусский национальный технический университет

Архитектура провинции Фуцзянь, которая расположена в юго-восточной части Китая, имеет свои региональные характеристики, которых определяются природно-климатическими особенностями и жизненным укладом местного населения. Вместе с тем, заметно и влияние архитектуры соседних провинций Китая. Исторические и социально-экономические условия содействовали формированию в провинции Фуцзянь нескольких устойчивых вариантов жилых комплексов и домов:

«тулоу» – многосемейный жилой комплекс фактически оборонного типа, квадратной или круглой формы в плане, возведенный землейным способом (северные территории провинции);

«дацуо» – многосемейный комплекс со строениями, размещенными по периметру открытого двора (северные и центральные территории провинции);

«суоцинляо» – протяженный в плане жилой дом на одну семью, формировавший жилые кварталы с небольшим размером в поперечном направлении, так как это размер определялся параметрами одного дома (территория вдоль побережья Тайваньского пролива).

Ярко выраженные особенности местной архитектуры продолжают оказывать влияние на решения современной архитектуры провинции Фуцзянь. Сохраняется достаточно строгое чередование домов в застройке улиц и кварталов, а также комнат в планировочной структуре дома, что позволяет обеспечить экономию территории поселений, занимаемой под застройку, и является одной из традиционных мер защиты от излишней инсоляции. Однако одноэтажные типы домов не удовлетворяют потребностям развития современных поселений, особенно городов, застройка которых стремится к повышению этажности на основе требований к еще большей экономии земельных ресурсов и использования индустриальных методов строительства. Тем не менее, все варианты современного жилища заимствуют из архитектурно-строительных традиций строгую упорядоченность размещения помещений, наличие внутренних дворов, которые теперь получают из-за повышения этажности еще большую вертикальность своего пространства для создания архитектурно-планировочным средствами комфортного микроклимата в жилых помещениях.

Промышленная архитектура и конструкции

Свободная экономическая зона как объект проектирования в современной практике Республики Беларусь

Морозова Е. Б.

Белорусский национальный технический университет

Промышленные территории в мировой практике стали объектом проектирования в начале XX в., они получили название промышленных районов, и в зависимости от кооперации входящих в состав предприятий и концентрации производственных функций разделились на отдельные типы. В Беларуси, начиная с 1960-х гг., преимущественным типом был принят промышленный узел, где предусматривался большой диапазон взаимосвязей между производственными субъектами и наивысшая степень концентрации производства (до 95%), что в условиях плановой экономики делало такие образования управляемыми.

Новые экономические реалии, разукрупнение производства, предоставление ему гибкости функционирования, разные виды собственности обнаружили противоречия с управляемой системой промышленного узла. Требовалось найти новые формы территориальных промышленных образований, и первым шагом на этом пути стали свободные экономические зоны (СЭЗ), как *территории с четко установленными границами и правовым режимом, который определял преференции для предпринимательской деятельности, и прежде всего производственной и научно-технологической*. Прежний подход к организации промышленных территорий с разработкой общего пространственно-планировочного, в том числе композиционного, замысла оказался несостоятельным, поскольку размеры СЭЗ изначально принимались очень большими (2-3 тыс. га), могли включать разобщенные участки, а субъекты представляли разную форму собственности, в том числе иностранный капитал. Это сделало СЭЗ структурой организационной в большей степени, чем пространственной. Поэтому для СЭЗ, актуальным в конечном итоге остались вопросы структурно-планировочного обустройства, определения оптимальных площадей участков для резидентов, размещения этих участков и обеспечения их всем необходимым для функционирования. Разработка архитектурного решения осталась возможной только для отдельных частей СЭЗ, ее важных узлов, но не всей территории. Определелилась и потребность широкой номенклатуры готовых производственных модулей, разработка и использование которых будут обеспечивать совершенствование пространственной организации СЭЗ и станут определенным препятствием для строительства объектов невысокого архитектурного качества.

Объемно-планировочные характеристики производственных объектов конца XVIII–первой половины XIX вв.

Залеская Г. Л.

Белорусский национальный технический университет

Производственные объекты конца XVIII – первой половины XIX вв. представлены, в основном, винокуренными и сахарными заводами, ткацкими и суконными фабриками.

Существовавшие в имениях XVIII в. мелкие винокуренные бровары часто не имели отдельного здания, а размещались в помещениях построек хозяйственного двора усадьбы. В первые десятилетия XIX в. еще был распространен примитивный огневой способ винокурения, при котором строились винокурни высотой до шести уровней, где на чердаке хранились зерно и солод, ниже они перемалывались, затем спускались к заторным чанам и после к перегонному кубу на первом уровне [1, с. 104]. С вводом паровых двигателей в 1820-х гг. начали строить каменные заводы. Объемно-пространственное строение винокуренных заводов изменялось в течение первой половины XIX в. в связи с переходом от зернового сырья на картофель, усовершенствованием перегонных кубов. Выделилось отдельное помещение для паровой машины, вычленились помещения для технологических процессов, этажность здания снизилась до двух, о чем свидетельствуют сохранившиеся фрагменты каменного здания винокуренного завода 1832 г. постройки в имении Илово.

С 1830-х и до 1860-х действовали сахарные заводы. Сначала строились деревянные двухэтажные заводы, на которых использовались конные и водяные двигатели (имение Крынки Оршанского уезда), с вводом паровых машин в конце 1850-х стали возводиться двух- и трехэтажные здания с каменным первым этажом для парового двигателя.

Суконные предприятия включали от трех до пятнадцати строений, ткацкие и прядильные цеха располагались в двух-четырёхэтажных кирпичных корпусах больших размеров (имения Хомск, Поречье, Альбертин). Вспомогательные производства и склады размещались в многочисленных деревянных постройках.

Таким образом, объемно-планировочные решения производственных объектов в период конца XVIII – первой половины XIX в. менялись под влиянием технического прогресса и развития технологий производства.

Архитектура производственных объектов города Гродно: прошлое и будущее

Сысоева О. И., Долинина О. Е.

Белорусский национальный технический университет

Производственные здания стали появляться в Гродно со второй половины 18 века, а к концу 19 века в городе функционировали уже более 70 промышленных предприятий. Многие исторические объекты утрачены, однако, в городе сегодня существуют производственные здания конца 19-го–начала 20-го века. Для этого времени характерно проявление в промышленной архитектуре стилей, принятых и в гражданском строительстве. Так в деталях кирпичных стен пивоваренного завода просматриваются сохранившиеся декоративные элементы стиля барокко. Водонапорные башни, здания табачной фабрика Шерешевского (пл. Советская) и полиграфического предприятия (ул. Буденного) демонстрируют использование приемов, присущих классицизму в несколько упрощенной трактовке. В период между первой и второй мировыми войнами в архитектуре производственных зданий проявился конструктивизм (новые склады табачной фабрики и фабрика велосипедов и мотоциклов Стравольских). К сожалению, эти здания при перестройке утратили черты конструктивизма, получив элементы, характерные для окружающей жилой застройки.

В послевоенные годы в Гродно были построены крупные промышленные предприятия: завод карданных валов, стеклозавод, молокозавод, мясокомбинат, обувная фабрика и пр. В архитектуре зданий 20-го века можно видеть основные черты промышленного строительства советского периода: с одной стороны – масштабность и модульность, а с другой – ограниченное использование архитектурных деталей и утилитарность отделочных материалов. Особенностью монументальной застройки крупнейшего предприятия азотнотукового завода является формирование архитектурного пространства – технологической среды, с большим количеством технологического и инженерного оборудования.

Появление новых производственных объектов обусловлено развитием предпринимательских инициатив, инновационных технологий и внешнеэкономической деятельности. Особое направление в архитектуре промышленных зданий Гродно связано с реконструкцией существующих объектов. Формирование архитектуры новых и реконструируемых зданий осуществляется с использованием принятых в современной практике композиционных приемов, материалов и цветовых решений (фабрика Conte), что изменит в будущем облик промышленности города.

**Функционально- планировочная взаимосвязь жилых территорий
и производственных объектов**

Рачкевич Т. Е.

Белорусский национальный технический университет

Существующую до недавнего времени практику проектирования, основанную на принципе функционального зонирования, сменили рекомендации по формированию территорий со смешанной застройкой, при которой в границах жилых районов соседствуют жилые территории, объекты общественного обслуживания, производственные объекты. Эти рекомендации касаются, в основном, крупных и крупнейших городов, территории которых значительны.

Практика эксплуатации жилых районов, запроектированных по принципу функционального зонирования привела, прежде всего, к увеличению транспортных передвижений по городу, работы объектов обслуживания в неполную силу, а также к нарушению безопасности территорий жилых районов, которые в дневное время остаются без активного населения. Такие жилые районы получили название «спальных» районов.

Все вышеперечисленные проблемы снимаются при размещении в пределах жилых районов офисных центров и производственных объектов, не требующих больших санитарных разрывов от жилья, таких как хлебопекарни, пивоварни, т.е. объектов, относящиеся к 4-5 классу вредности.

Интеграция функций на территории существующих жилых районов сегодня происходит стихийно: уплотнение существующей застройки осуществляется за счет строительства на свободных участках, кроме жилья, офисных центров, имеющих в своем составе кафе, рестораны, и т.п., которые привлекают на жилые территории большое количество обслуживающего и личного транспорта. Это, в свою очередь, превращает жилые улицы в транспортные магистрали, не отвечающие профилем транспортному потоку, нарушается шумовой режим жилых территорий.

Процесс интеграции функций оправдан при правильном размещении производственных объектов и офисных центров относительно жилых территорий района с учетом категории улиц, проходящих или ограничивающих его. Размещать их следует в составе (или непосредственной близости) коммунальных зон, общественным центров, примыкающих к магистральным улицам районного и городского значения.

**Архитектурный компонент устойчивого транспорта
в крупных городах**

Жаркевич Д. В.

Белорусский национальный технический университет

Активный рост уровня автомобилизации в городах Республики Беларусь спровоцировал резкое ухудшение качества жизни горожан. Загрязнение воздушного бассейна выхлопными газами, повышение уровня шума, снижение пешеходной активности, загруженность городских пространств автомобилями – вот лишь незначительная часть неудобств, с которыми пришлось столкнуться населению нашей страны, проживающему как в крупных, так и в средних городах.

Для снижения уровня негативного воздействия транспорта на окружающую среду и жизнедеятельность людей, для развития системы общественного транспорта, для побуждения граждан к активному использованию общественного транспорта, принимается ряд мер, объединяемых под общим понятием устойчивый транспорт. Устойчивый транспорт – это многокомпонентная система, обеспечивающая постоянную высококачественную мобильность населения, удобство пользования городским и междугородным транспортом для всего общества в долгосрочной перспективе. Внедрение системы устойчивого транспорта оказывает благотворное воздействие на экологическую обстановку в городах, а также положительно влияет на социальную и экономическую стабильность общества.

Устойчивый транспорт включает в себя множество компонентов. Это развитие зон пешеходной доступности, велосипедного движения, внедрение экологичных видов транспорта, системы *городского общественного транспорта*, создание безбарьерной среды и беспрепятственного доступа населения в зоны обслуживания общественным транспортом и пр.

Архитектурный компонент устойчивого транспорта включает в себя как принятие ряда градостроительных мер по совершенствованию городской среды, так и проектирование и строительство удобных транспортно-пересадочных узлов, пассажирских терминалов, автобусных и трамвайных остановок, навесов над велостоянками и т. п. Он способствует созданию в городе зон с преимуществом пешеходного, велосипедного движения и общественного транспорта, обеспечивает беспрепятственность пешеходного доступа ко всем объектам жизнедеятельности общества, доступность общественного транспорта в любое время года в любых климатических условиях.

Применение древесины в перекрытиях многоэтажных зданий

Фомичева Н. М.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы в развитых странах Европы и мира все чаще древесина используется при возведении многоэтажных зданий. В настоящее время в Австрии, Швеции, Канаде и в других странах возводятся деревянные здания высотой до 30 этажей. Многоэтажное строительство предъявляет более высокие требования к перекрытиям, они должны иметь большую прочность, жесткость и огнестойкость.

В значительной мере этим требованиям отвечают комплексные деревобетонные перекрытия HBV-системы, разработанной в университете прикладных наук в Висбадене (Германия). Данная система предполагает использование для осуществления совместной работы бетона и древесины металлических перфорированных полос толщиной 2 мм и высотой 9-12 см, которые вклеивают на глубину 40 мм в несущие деревянные элементы перекрытия в виде балок или плит, выполненных из цельной или клееной древесины. Деревянные элементы служат несъемной опалубкой для армированного бетонного слоя толщиной не менее 7 см.

Так, комплексные перекрытия компании W. u. J. Derix GmbH & Co. (Германия) запроектированы для пролетов от 5 до 10,5 м. Шаг балок в балочных перекрытиях принят от 0,6 до 1,2 м. По балкам сечением от 8×16 см до 24×42 см укладывают настил из досок или древесных материалов. Толщина бетонного слоя составляет 8 - 12 см. Безбалочный вариант включает дощатоклееные плиты толщиной 10 - 24 см, шириной 0,6–1,0 м, бетонный слой толщиной от 8 до 18 см.

Компания Holzbau Gröber GmbH (Германия) разработала систему перекрытий HBV-ТТ, в которой в качестве несъемной опалубки используются стандартные сборные железобетонные элементы сборно-монолитного перекрытия. Перекрываемые пролеты могут достигать 15 м при шаге балок 1 м и полезной нагрузке 5кН/м². Этим параметрам соответствуют балки сечением 24×52 см и бетонный слой 14 см.

Бетонирование во всех случаях может осуществляться как на строительной площадке, так и в заводских условиях. Размеры сборных элементов определяются, в том числе, возможностями транспортировки и грузоподъемностью используемого для монтажа подъемно-транспортного оборудования.

Такие конструкции перекрытий сочетают достоинства древесины и бетона и имеют характеристики, соответствующие Европейским нормам.

Влияние современных производственных процессов на объемно-планировочные решения предприятий пищевой промышленности

Манкевич С. В.

Белорусский национальный технический университет

Технологическое перевооружение производства, выпуск новой конкурентоспособной продукции, наращивание экспортных поставок являются насущными вопросами белорусских предприятий. Развитие и изменение технологии характеризуется увеличением мощности производства и изменением ассортимента выпускаемой продукции. На развитие современных производственных процессов оказывают влияние научные разработки и создание совместных предприятий, предполагающее финансовое участие партнеров.

Пищевая промышленность является одной из ведущих отраслей белорусской экономики. Создание совместных предприятий явилось импульсом для дальнейшего ее развития. Сахарная, молочная, мясная, рыбоперерабатывающая, пивобезалкогольная, кондитерская отрасли в настоящее время обошли по объемам валютных поступлений машиностроительный комплекс. Молочная отрасль – визитная карточка пищевой промышленности. Среди известных современных предприятий – Туровский молочный комбинат, где технология производства мягких и полутвердых сыров разработана совместно с привлечением итальянских экспертов, используется оборудование европейских производителей. Максимально автоматизированное производство относится к экологически чистым и соответствует требованиям и нормам Евросоюза. Посещение комбината вошло в один из туристических маршрутов, подкрепив понятие «производственный туризм». На предприятии обеспечены все условия для приема посетителей. За производственным процессом можно наблюдать с остекленной галереи, одновременно слушая экскурсовода, здесь же происходит и дегустация продукции.

Современные производственные процессы, замена оборудования требуют новых архитектурно-конструктивных и объемно-планировочных решений: строительство новых цехов, реконструкцию существующих и другие возможные мероприятия: для обзора технологического процесса могут быть также предусмотрены обзорные площадки, крытые пешеходные пути. Для одного или сети предприятий разрабатывается фирменный стиль, торговая марка, фирменные цвета на фасадах и в интерьерах, элементы визуальной информации.

Архитектурная вариабельность ограждающих стеновых конструкций

Пинчук С. Г.

Белорусский национальный технический университет

На основании анализа видов, типов и характеристик ограждающих конструкций системы возведения зданий из европейского предварительно – напряжённого сборного бетона сделан вывод о том, что в белорусской практике проектирования появились широкие возможности гибкости и свободы поиска дизайна фасадов на основе высочайшей технологической точности и ультра – прочности. Новый уровень технологии изготовления продукции создаёт предпосылки разнообразия и свободу выбора дизайна фасадных решений вплоть до сложных геометрических акцентов, обеспечения объёмной пластики и цветовой гаммы поверхностей архитектурного бетона.

Прослеживается переход от основных традиционных фасадных приёмов пространственно-доминирующей горизонтали, продиктованных жёсткими и однотипными номенклатурными габаритными параметрами и узлами крепления ограждающих конструкций, к динамично диагонально-пересекающейся композиционной целостной системе объёмных и плоскостных стеновых панелей с чётко выраженными акцентами на основе контраста и также нюансными трактовками сопряжённых композиционных составляющих (шведская группа Strängbetong концерна CONSOLIS, г. Стокгольм, 2017 г.).

BONNA SABLA - французское подразделение концерна CONSOLIS реализовало преимущества гибких архитектурных и прочностных структурных возможностей ультра-высокого уровня исполнения фиброармированных бетонных элементов (UHPRFC) в здании MUSEM – Музея цивилизаций Европы и Средиземноморья в 2014 г (Марсель, Франция), ставшее первым в мировой практике сооружением из структурных фиброармированных бетонных элементов с последующим натяжением арматуры. Опалубочные формы изготовления UHPRFC имели допуски отклонения параметров менее 1 мм благодаря точности технологии точечной печати. Механическая обработка и герметизация обеспечивали защиту изделий, каждый элемент производился согласно протоколу и прошёл контроль перед доставкой на строительную площадку. Филигранные грани интригующей ажурной решётки ограждений есть превосходный пример современного архитектурного развития городской среды Марселя.

Перспективы развития и применения теплоизоляционных материалов

Миндюк Е. Г.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время на строительном рынке представлен большой выбор теплоизоляционных материалов. Свойства теплоизоляционных материалов в строительстве подразумевают собой функции теплозащиты сооружений жилого и нежилого назначения, изоляции объектов инженерных систем, защиты изолируемых объектов от нагрева.

В зависимости от состава, различают три группы утеплителей.

Утеплители на неорганической основе являются доминирующими в решении вопросов теплозащиты зданий. Это объясняется их экологической чистотой, пожаробезопасностью и долговечностью. В эту группу входят: минеральные утеплители (минеральные вата и плиты); базальтовое волокно; пеностекло; стекловолокно; ячеистые бетоны; пенополистирол; пенопласт; пенополиэтилен. Органические утеплители используют для утепления зданий с умеренной влажностью чаще всего, с внутренней стороны помещения. Эта группа представлена следующими видами: древесные; льняные; пробковые; морская трава. Смешанные утеплители представлены составом из органических и неорганических элементов. Представителями этой группы являются материалы из горных пород: перлит; асбест; вермикулит и др. Относительно новой продукцией на строительном рынке являются теплоизоляционные материалы рефлекторного (отражающего) вида и утепляющая краска. К первому из перечисленных товаров относятся полилекс, пенофол, армофон, принцип работы которых – снижение интенсивности тепловой конвекции. В состав жидких теплоизоляторов входят керамические микросферы, наполненные разряженным воздухом, и акриловый связующий компонент. Кроме того, в эту смесь вводятся добавки, которые предотвращают коррозию и образования грибка.

Современный этап развития теплоизоляционных материалов связан с применением при их производстве наночастиц, которые придают уникальные свойства этим материалам, например в виде различных мастик. Мастики готовят на месте производства работ путем растворения порошкообразного материала, включающего наночастицы, водой до необходимой густоты, который затем наносят послойно.

Рынок теплоизоляционных материалов не стоит на месте, то и дело появляются новые утеплители, свойства которых превосходят достоинства изоляторов предыдущего поколения.

Конструкции энергоэффективных наружных стен с облицовкой

Галимович А. Б.

Белорусский национальный технический университет

Трехслойные стены, возводимые на строительной площадке с применением в качестве наружных слоев различных видов мелкоштучных изделий и расположенного между ними утеплителя, применяются на протяжении многих лет. Впервые такая конструкция была предложена русским инженером А.И.Герардом в 1829 году, и на ее основе в дальнейшем были разработаны варианты слоистых систем. Учитывая недостатки проектных решений слоистых наружных стен, применяемых за последние годы и зарубежный опыт строительства, ЦНИИК им. Кучеренко разработаны технические решения энергоэффективных многослойных наружных стен с облицовочным слоем из кирпича, отвечающих требованиям безопасной эксплуатации. В технических решениях предусмотрены следующие конструктивные мероприятия:

- кирпичный слой облицовки по периметру здания разделен как горизонтальными, так и вертикальными температурно-деформационными швами;
- в конструкцию стены включена гидроизоляция и пароизоляция;
- исключены консольные опирания облицовочного слоя кладки на плиты перекрытия;
- увеличено армирование облицовочного слоя участков стен;
- разработан новый вариант закрытого торца перекрытия, решаемого с помощью специально изготавливаемых фасадных угловых элементов;
- в наружных торцевых стенах и стенах ризалитов предусмотрено крепление эффективного утеплителя к несущим железобетонным стенам специальными анкерами для крепления теплоизоляции.

Разработаны следующие конструктивные решения стен с облицовочным слоем из кирпича:

- двухслойная несущая стена продольных фасадов с внутренним слоем из ячеистобетонных блоков и кирпичным облицовочным слоем толщиной 250 мм;
- трехслойная торцевая стена с внутренним несущим слоем из монолитного железобетона, средним слоем из ячеистобетонных блоков и кирпичным облицовочным слоем толщиной 250 мм;
- трехслойные наружные стены торцов и ризалитов с несущим внутренним слоем из монолитного железобетона, средним слоем из минераловатных плит и облицовочным слоем. Все типы стен разработаны для трех вариантов решений торцов перекрытий со стороны фасадов.

**Проектирование естественной акустики
в залах различного назначения**

Ковальчук О. И.

Белорусский национальный технический университет

Главной задачей архитектора при проектировании зрительного зала с естественной акустикой является создание комфортной звуковой среды, когда звук доносится до каждого зрителя в любой точке зала без искажения и существенного затухания. Эта цель достигается грамотным выбором объема, формы, пропорций помещения, размещением в пространстве зала звукопоглощающих материалов и отражателей звука.

Основными акустическими характеристиками зала являются структура звуковых отражений, время реверберации (время спадания плотности звуковой энергии), и диффузность звукового поля.

Структура звуковых отражений определяется уровнями и запаздыванием отражений по отношению к прямому звуку, а также направлением их прихода в точку приема. В структуре отражений различают ранние и поздние отражения. Ранние отражения особенно важны в залах, предназначенных для передачи речи. Именно благодаря первым интенсивным отражениям достигается высокая разборчивость речи.

Время реверберации является общей акустической характеристикой зала. Рекомендуемое время реверберации в зрительном зале зависит от его объема и назначения. В речевых залах время реверберации должно быть невелико (1-1,5 сек в зависимости от объема зала), а в залах для музыкальных программ время реверберации может быть больше в несколько раз. Причем особенное значение для музыкальных залов имеет «реверберационный хвост», т. е. поздние отражения, которые имеют значительное запаздывание и, накладываясь друг на друга, создают объемность звучания.

Требование высокой диффузности звукового поля достигается сильным членением поверхностей, обеспечивающих рассеяние отраженного звука. Такому членению подвергаются поверхности, которые не дают первых интенсивных отражений.

Очень важным условием хорошего восприятия и речи, и музыки является отсутствие акустических дефектов зала: эхо, порхающего эхо, нарушения локализации источника звука, тембровых искажений и шумов.

Предпосылки реновации промышленных территорий в странах ближнего зарубежья

Шиковец А. В.

Белорусский национальный технический университет

Промышленность в эпоху индустриального общества являлась основным фактором экономического развития государства. Исторически сложившаяся градостроительная структура, отсутствие системного подхода в процессе зонирования общей планировки города, его стремительный и порой хаотичный рост, коренным образом повлияли на размещение промышленных объектов. Промышленные территории сегодня во всех странах оказываются в плотном урбанизированном окружении, возникает проблема их нового развития. На основе анализа современных примеров трансформации промышленных территорий в странах ближнего зарубежья (Россия, страны Прибалтики) можно выделить основные предпосылки реновации:

- низкая плотность и интенсивность использования промышленных территорий;
- несоответствие существующих промышленных территорий современным градостроительным регламентам;
- недопустимый уровень экологической опасности действующих промышленных предприятий;
- низкие архитектурно-эстетические качества промышленной застройки;
- тенденции разукрупнения крупных промышленных территорий, преимущество развитие малых и средних предприятий;
- наиболее удобные и оптимальные городские площадки зачастую заняты промышленными предприятиями;
- нехватка площадей жилого и общественного назначения, особенно в центральных районах городов;
- появление новых экономических моделей и форм управления, уход от централизованного управления;
- возникновение новых высокотехнологичных производств, требующих меньших по размерам промышленных площадок;
- развитие новых пространственных моделей производства – технопарков, индустриальных парков, зон смешанного использования [1].

**Архитектурно-пространственная организация бизнес-инкубаторов
производственного и инновационного типа**

Прокопов Д. Н.

Белорусский национальный технический университет

В сложившихся социально-экономических условиях актуальным является развитие малых предприятий, которые предполагают небольшую производственную линию и невысокую численность рабочего персонала. С целью обеспечения роста количества инновационных малых предприятий и развития предпринимательской деятельности с созданием новых рабочих мест, возможна организация производственных и инновационных бизнес-инкубаторов.

Концепция создания бизнес-инкубаторов предполагает сдачу в аренду производственных площадей с наличием специальных организационно-экономических условий. В большинстве случаев помещения предоставляются субъектам малого бизнеса, осуществляющим производственную деятельность, но без осуществления в них промышленного производства товаров.

Архитектурно-пространственная организация арендных производственных зданий может иметь как модульную систему на основе вновь созданных комплексов, так и формироваться из производственных цехов и складов существующего предприятия и иметь с ним общую инфраструктуру. Например, в г. Минске арендные площади предоставляют ОАО «Приборостроительный завод ОПТРОН», ЗАО «Минский инструментальный завод», ОАО «Опытномеханический завод», ОАО «НПО Центр», ОАО «Минский завод «Калибр». Бизнес-инкубаторы производственного типа также могут быть созданы на основе предприятий, в отношении которых проводится реконструкция или диверсификация производства.

Инновационные инкубаторы создаются на территории технопарков, а в случае успешного функционирования предприятия-резиденты могут переходить в состав парка с предоставлением в аренду больших производственных площадей. В бизнес-инкубаторе инновационного типа в аренду предоставляются помещения офисного типа или лаборатории, оборудованные мебелью и техникой.

Таким образом, бизнес-инкубаторы представляют собой организационные и пространственные структуры, создающие благоприятные условия для развития инновационной производственной деятельности субъектов малого предпринимательства.

Шиян О. В.

Белорусский национальный технический университет

Промышленное поселение – территориальный объект промышленной архитектуры, для которого характерна обособленная территория, разделенная на две зоны – производственную и жилую. В своем развитии промышленное поселение принимало разные формы: промышленная деревня, город-завод, город компании, соцгород.

В отечественной практике к концу 1920-х гг. получил распространение новый тип соцгорода – рабочий поселок. Поселки представляли собой небольшие поселения, возведенные возле фабрик, заводов, электростанций и других промышленных объектов. На территории БССР первым, официально получившим статус рабочего поселка, стал Орехи-Выдрица (Оршанский р-н, Витебская обл.). Рабочий поселок был создан путем слияния д. Орехи и п. Выдрица в связи с началом строительства Бел ГРЭС. В период с 1929 г. по 1935 г. на территории БССР было построено 14 рабочих поселков, к 1941 г. – их количество превысило 20. В этот период рабочие поселки возводились преимущественно при предприятиях торфодобычи, стеклозаводах и деревоперерабатывающих заводах.

В послевоенный период был взят курс на восстановление промышленности, и вблизи крупных городов начали возводить рабочие поселки с перспективой вхождения их в черту города. Так, возле Минска появились как крупные рабочие поселки Автомобильного, Тракторного заводов, так и более мелкие – Вагоноремонтного, Инструментального заводов и др. Рабочие поселки в период 1950-1970 гг. возводились преимущественно при строящихся предприятиях на месторождениях полезных ископаемых (торфа, калийных удобрений), стеклозаводах, деревоперерабатывающих заводах и ГРЭС (р.п. Татарка, р.п. Белицк и др.).

В конце 1970-х гг. строительство рабочих поселков прекратилось, а построенные ранее стали претерпевать определенную трансформацию. Те, что были возведены вблизи городов, вошли в их состав (р.п. Минска, Орши и др.), некоторые, получив мощный импульс для развития, превратились в крупные города промышленного профиля (Солигорск, Белоозерск и др.). Были и такие, что утратили свой административный статус и превратились в деревни, агрогородки или поселки городского типа (д. Новка, аг. Ясень и др.). На современном этапе осталось семь поселков, сохранивших административный статус «рабочий поселок»: Большевик, Сосновый Бор, Елизово, Татарка, Речица, Зеленый бор, Правдинский.

Индустриальное наследие: характерные черты

Ярошук П. С

Белорусский национальный технический университет

Индустриальное наследие, являясь частью общего культурного наследия страны, неразрывно связано с социально-экономической, производственной деятельностью человека, его научно-техническим творчеством и состоит из артефактов промышленной культуры, представляющих собой историческую, социальную и научную ценность. Структура индустриального наследия включает в себя материальные и нематериальные объекты.

К нематериальным объектам относятся процессы, связанные с индустриализацией: технологии производства, деятельность по организации и управлению рабочим процессом, социокультурные и исторические аспекты, отражающие условия жизни общества в период индустриального развития, эстетические взгляды той эпохи.

Материальные объекты индустриальной и технической культуры, в свою очередь, представлены промышленными зданиями и сооружениями, местами генерации, передачи и использования энергии, транспортной инфраструктурой, элементами социальной организации, технологическим оборудованием, механизмами, образцами готовой продукции.

Отличительной чертой архитектурных объектов индустриального наследия является тот факт, что в силу своей специфики в большинстве своем они не только не уникальны по своей планировочной структуре, композиционному строю и художественному образу, но и являются свидетельством типового проектирования. В первую очередь, это памятники массового индустриального производства, созданные для обеспечения максимальной производительности труда. Они не являются произведениями искусства и сохраняются не с целью созерцания, а служат основой для понимания значения процесса индустриализации и его влияния на общество.

Из выше сказанного следует, что индустриальное наследие – это материальная среда и важная составляющая развития общества, которая нуждается в сохранении своих объектов как социально-значимых достижений, обеспечивающих преемственность поколений. В частности, для Республики Беларусь этот вопрос остается открытым и актуальным, а изучение архитектурного наследия Минщины нуждается в дальнейшем переосмыслении.

Теория и история архитектуры

**Архитектурное решение алтарной части церкви Архистратига
Михаила в дер. Сынковичи**

Лаврецкий Г. А.

Белорусский национальный технический университет

Проведенные исследования кирпичной кладки восточной стены храма на уровне пола и на уровне машикули, выхода их юго-восточной башни на чердак, системы бойниц позволили сделать реконструкцию как крепости, так и храма на первом этапе перестройки крепости в церковь.

1. Обнаружено, что на уровне бойниц южная стена без перевязки продолжается за границей восточной, в толще которой скрыта еще одна бойница. Существующий выход из юго-восточной башни является растесанной бойницей. Первоначальный выход был значительно выше на той же высоте, что и из остальных башен. Из этого следует, что и восточные башни и примыкающие к ним участки южной и северной стен были пристроены во время перестройки крепости в храм (нач. XVI в.).

2. Гнезда балок в восточной стене над алтарной частью свидетельствуют, о том, что высота стен апсидной группы была выше существующей отметки. Завершение трех алтарных апсид с помощью тропов должно было образовать единую кривую линию (подобно завершению.... В Вильнюсе). Это предположение подтверждается наличием на уровне предполагаемой высоты апсид углубления снаружи восточной стены.

3. Шурфы в алтарной части показали, что плиточный пол храма был ниже существующего и на одном уровне по всей площади храма (без устройства солей). Центральная апсида соединялась дверью (сохранились аутентичные элементы крепления) только с протезисом (правой от алтаря апсидой). Левая апсида была изолирована (в ней размещался дополнительный алтарь, в последствии диаконник), а вход в нее из главной апсиды был прорублен ок. XVII в.

4. По оси центральной апсиды в стене первоначально была выложена ниша, впоследствии смещенная вправо, сохранив при этом ширину, что было связано с особым устройством литургических предметов.

5. Очертания западных торцов продольных стен алтарной части храма были растесаны (одновременно с устройством прохода из центральной апсиды в диаконник). Возможно, это было обусловлено криволинейной формой алтарной преграды, врезавшейся в торцы апсидных стен. Первоначальный профиль торцов был подогнан в соответствии с формой существовавших опорных столпов для последующего устройства арок.

Основные этапы развития архитектуры дворцово-усадебного комплекса в Жиличах

Китаев М. И.

Белорусский национальный технический университет

Дворцово-парковый комплекс Булгаков в Жиличах является одним из сохранившихся памятников архитектуры Беларуси XIX–XX вв. Он включал парк с рукотворными водоёмами и дворец, построенный в стиле позднего классицизма.

Создателем дворцово-усадебного комплекса в Жиличах был известный литовский архитектор К. Подчашинский.

На основании изучения исторических материалов, архивных источников, работы в проектно филиале ОАО «Белреставрация» были выявлены основные этапы развития дворцово-усадебного комплекса в Жиличах.

Первый этап становления дворцового комплекса датируется началом 20-х годов XIX в. – 1827 годом. Дворец представляет собой П-образное в плане здание в два этажа с портиками и выступающими лестницами. В архитектуре дворца проявились черты рационального классицизма и ренессанса: создание упрощенного рисунка капителей коринфского ордера и создание лестницы в виде башни.

Второй этап развития дворцово-усадебного комплекса в Жиличах датируется 1828-1848-ми годами. Он характеризуется завершением строительства трех линий комплекса – восточной, северной и южной. Продолжением боковых крыльев главного фасада являются одноэтажные корпуса, линии которых завершаются квадратными 2-х этажными павильонами с полуциркульными окнами и небольшими оконными проемами.

Третий этап – последний строительный этап формирования дворцово-усадебного комплекса в Жиличах относится к периоду рубежа XIX–XX веков. Именно в этот период территория парадного двора дворца была «замкнута» возведением двухэтажной западной жилой линии комплекса с въездной брамой.

В главном здании дворцово-усадебного комплекса в Жиличах сохранены первоначальные интерьеры, оригинальные лепные полихромные украшения. В данный момент ведутся проектно-реставрационные работы по воссозданию и сохранению дворца.

Идентичность города (к вопросу трактовки понятия)

Горанская Т. Г.

Центр изучения белорусской культуры, языка и литературы НАН Беларуси

Город, находясь в постоянном изменении, представляет собой пространственно-временную протяженность. На формирование современного города оказывают воздействие две противоречивые тенденции: стремительное *преобразование* его облика под воздействием социальных и экономических перемен, архитектурных теорий и градостроительных концепций, информационных технологий, медиа и др., что приводит к утрате городской индивидуальности, и потребность в *сохранении* исторически сложившегося своеобразия городского пространства.

В настоящее время в урбанистических исследованиях различают понятия: «городская идентичность» и «идентичность с городом», которые отражают субъективные представления горожан о «своем» городе в целом и об определенных местах, связанных с их жизнью в нем. Комплексное понятие «*идентичность города*» (ИГ) включает в себя общие черты, присущие городам, и уникальные особенности конкретного города. «ИГ» не является const и представляет собой процесс взаимодействия двух структур:

- «*устойчивой*» - облик архитектурного пространства старого города и его колорит; подлинность памятников зодчества, которые хранят напластования разных исторических и культурных эпох; природный ландшафт; примечательные события истории; традиции и обычаи горожан; городские сказания; особые «*lieu de mémoire*»;

- «*динамичной*» - силуэт города, масштаб и материал городской застройки; архитектурные формы, планировочная структура.

ИГ – аксиологическая категория, конкретизируется в понятиях «образ места» и «душа города», отражает смысл городского пространства и находит выражение в изобразительном искусстве в следующих сюжетах:

«*Следы прошлого*». В изображении архитектурных объектов былых столетий ИГ предстает как преемственность исторической и культурной памяти – основа (контекст) для трансформации городского пространства.

«*Ритм современного города*». В изображении «парадной» и «теневого» сторон жизни города ИГ раскрывается в пограничных ситуациях, как двойственность определенности и неопределенности городской среды.

«*Пространство и время*». В изображении действительного архитектурного пространства города ИГ проявляется как имитация (симуляция) возможных вариантов изменения определенного места, происходит преодоление границ пространства-времени города.

Будыко Н. С.

Белорусский национальный технический университет

Впервые имя Жана-Батиста Кантини прозвучало рядом с известным паркостроителем Ленотром после строительства дворцово-паркового комплекса Воле-Виконт, где Кантини занимался огородом и фонтанами. Результат поразил всех, а создатели этого комплекса получили престижный заказ – перестройку Версаля. Кантини был не просто огородником-садоводом. Он изучал достижения агрономов прошлого, анализировал и развивал их идеи, обогащая своим опытом и чутьем исследователя. Он экспериментировал с почвой, освещенностью, влажностью, использовал защитные стены, посадочные траншеи, успехи его были столь очевидны, что в 1670 г. Людовик XIV назвал его директором фруктовых и овощных садов всего королевского дома.

Так как Версаль стал местом пребывания королевского двора, это требовало больших площадей для огорода и сада. Кантини выделили часть двора с водоемом и он столкнулся с проблемой несоответствия почв и влаги для сада. Задача была решена: грунт завезли с холмов Саторин, водоем осушили, а с излишней влажностью земли справились с помощью глубокого дренажа. Большой Огород имел сложную композицию: участок в форме квадрата больше 9 га состоял из 16 квадратов поменьше, в каждом из которых росли определенные овощи. Центром всей композиции был водоем, окруженный фруктовыми деревьями, а границы большого квадрата защищали стены и террасы.

Ассортимент садов и огородов определялся вкусами короля: там были дынный огород, сливовый, инжирный. Последний располагался в оранже-рее. “Прогреть землю и воздух способно только солнце, - писал Кантини в своей книге <Наставления садоводу и огороднику>, опубликованной в 1690 г. (после его смерти) и насчитывающей около 400 страниц, – мне удалось создать особые условия для некоторых растений и получать урожай на 5, а то и на 6 недель раньше срока”.

В своих садах и огородах Кантини формировал новое направление. Его огороды - это инновационные решения в огородничестве и садоводстве.

Кантини вдохнул вторую жизнь в формовое садоводство, разработал и внедрил методы форсажа- выгонки растений почти в любое время года, принципы агротехники различных культур. экспериментировал с возможностями рельефа, габитусом растений, занимался селекцией.

Красота и гармония – это было девизом Ж.-Б.Кантини.

Использование приемов иллюзионистической живописи в интерьерах греко-католических храмов Беларуси

Ожешковская И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Возникшая как эффективный прием художественной выразительности интерьера иллюзионистическая живопись была широко распространена на территории Беларуси в XVII–XVIII вв. Привнесённая стилистикой барокко, прежде всего через католическую архитектуру, иллюзионистическая живопись стала широко использоваться и в греко-католических храмах. При этом с одной стороны она становится одной из возможностей доступного оформления алтарей в бедных сельских приходских храмах, а с другой стороны произведением искусства фресковой живописи, как например, в Благовещенском храме монастыря в Лядах и Крестовоздвиженской церкви в Жировичах. Целая сакральная мистерия на тему Крестного Пути Христа была организована с использованием средств иллюзионистической живописи и объемно-планировочной организации пространства храма в последнем случае.

Синтез христианских традиций в архитектуре униатских храмов отразился и в уникальном приеме использования оптической живописи при создании не только главных и боковых алтарей, но и иконостасов. Кроме документальных свидетельств существования иллюзионистических алтарных преград сохранилось единственное на сегодняшний день фотографическое изображение. Это барочный иконостас церкви Св. Троицы в Витебске, где на простых сколоченных досках с помощью оптических эффектов рождается многоярусная резная конструкция. Средствами иллюзионистической живописи переданы все архитектурные элементы ордерной системы (карнизы, пилястры и колонны с капителями коринфского ордера), а также непосредственно все иконы со святыми в деревянных резных рамах, кроме первого яруса и центральной части.

Оптическая живопись, создающая иллюзии в интерьере, имитирующая целые алтарные композиции, достигла своего расцвета во второй половине XVIII в. Иллюзия в живописи, столь характерная для эпохи, широко использовалась и в имитации материалов. Создание каменных малых форм в интерьере сопровождалось дороговизной и трудоемкостью исполнения, поэтому была широко распространена практика имитации деревянных алтарей под каменные. Появляются мраморные колонны и статуи, капители и карнизы во многих греко-католических храмах.

**Развитие системы ориентиров местечек белорусского Понеманья
в XVI–первой половине XX вв.**

Матвеева Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Местечко является характерным для Беларуси историческим типом поселения, сочетающим в себе черты городской и сельской градостроительной культуры и отражающим жизненный уклад различных этнических групп и религиозных конфессий, благодаря чему его архитектурно-планировочная организация отличается неоднородностью и имеет самобытный образ. Неоднородность архитектурной среды предполагает выделение ориентиров – компонентов архитектурно-планировочной организации, контрастных к фоновой застройке по морфологическим и/или семантическим признакам, за счет чего позволяющих осуществлять пространственную ориентацию в среде местечка. В рамках исследования введена классификация ориентиров по следующим морфологическим признакам: по конфигурации в планировочной структуре (территориальные, протяженные, точечные), по положению в силуэте поселения (высотные доминанты 1-го и 2-го порядка).

Для первого этапа (XVI–первая половина XVIII в.) было характерным возведение на центральной площади местечка барочных костелов как высотных доминант 1-го порядка (Ворняны, Дятлово, Столбцы, Столовичи). Резиденции владельцев местечек, выступавшие территориальными ориентирами и существовавшие на начальном этапе развития поселений (замок Сапег в Гольшанах, дворец Радзивилов в Дятлово, замки в Крево, Любче, Мире, дворец в Ружанах), располагались вблизи (на расстоянии до 1 км) от планировочного ядра местечка – торговой площади. На втором этапе (вторая половина XVIII – первая половина XIX в.) в качестве высотных доминант 1-го порядка были возведены церкви в Деречине и Жировичах; костелы – в Ивенеце, Ивьё, Лысково, Щучине. Большинство доминант 1-го порядка по-прежнему акцентируют главную площадь и только некоторые расположены на въезде в поселение (Ивенец, Ивьё). На втором этапе в местечках получили распространение синагогальные дворы. Это были территориальные ориентиры, прилегающие к торговой площади (Дятлово, Крево, Мир, Ружаны). Все высотные доминанты 1-го порядка возведенные на третьем этапе (вторая половина XIX – первая половина XX в.) располагались на окраинах местечек (церковь-часовня в Мире, костелы в Лысково, Ивенеце, Деречине, церковь в Зельве).

**Реставрация фасадов исторических зданий из лицевого кирпича:
анализ современной практики**

Забелло Р. А.

Белорусский национальный технический университет

Анализ современной белорусской реставрационной практики показывает, что, несмотря на общепризнанную ценность архитектуры «кирпичного стиля», отсутствие разработанной методики исследования, реставрации и реконструкции данных объектов зачастую приводит к утрате или фальсификации их исторического характера. Можно выделить следующие группы наиболее распространенных негативно влияющих на архитектурно-строительную практику ремонтно-реставрационных приемов:

1. Невыявление предпроектными исследованиями оштукатуренных в процессе эксплуатации объектов «кирпичного стиля»;
2. Очистка и экспонирование лицевой кирпичной кладки фасадов часто не является задачей реставрационных работ;
3. Оштукатуривание фасадов зданий из лицевого кирпича и их деталей;
4. Окраска поверхности кладки, что ведет не только к изменению отличительных ценностей объекта, но и приводит к разрушению поверхности кирпичной кладки;
5. Изменение колористики и принципа перевязки кладки (при реконструкции и воссоздании объектов или их частей), формы и цвета и кладочных швов;
6. Применение нехарактерных по физико-химическим свойствам материалов и технологий, которые в последствии приводят к деструкции аутентичных конструкций.

Большое количество объектов «кирпичного стиля» в Беларуси и методическая ненормированность подходов к их реставрации требуют создания комплексной системы знаний об объектах «кирпичного стиля» и разработки единых научно обоснованных принципов их реставрации, принятых профессиональным сообществом.

Эти мероприятия позволят сохранить здания ценной исторической застройки, наиболее полно выявить, сохранить, и презентовать их стилевые особенности, тем самым повысить качество архитектурно-исторической среды городов Беларуси.

Принципы проектирования алтаря в современном католическом храме

Радзевич И. Р.

Белорусский национальный технический университет

После II Ватиканского собора согласно современной теологии в католическом храме должен устанавливаться только один алтарь, который символизирует Иисуса Христа и единство костела. Нет ограничений относительно количества месс, проводимых в течение дня на этом алтаре, и священнослужителей, одновременно участвующих в проведении службы. Исходя из этого условия, отпала и необходимость в боковых алтарях. Согласно современным канонам стол - алтарь должен располагаться в самом начале пресбитериума с возможностью обхода его со всех сторон. По материалу изготовления обязательным условием является исполнение менсы из камня. Размер его составляет 2×1×1 м. При проектировании пространства пресбитериума необходимо также принимать во внимание, что там кроме самого алтаря необходимо разместить табернакль, сидячие места для предстоятеля и его помощников, амвон или кафедру для чтения, а также по возможности крестильницу и крещенцию.

Физическое отделение табернакля от алтаря, автоматически привело к появлению двух сакральных центров в храме, что повлекло за собой проблему выбора наиболее значимого. Во время богослужения внимание всех присутствующих должно быть акцентировано непосредственно на алтаре и на проводимые на нем действия. В то время как табернакль - место постоянного присутствия Иисуса Христа, представленного konsekрованной Гостией, признанной живым Его Телом, - является местом личного ментального общения человека с Богом. Из этого следует, что основной задачей архитектора является зрительно объединить этих два объекта, найдя для них достойные формы. Наилучшим решением может стать формирование единой композиции и выделение общего пространства пресбитериума путем украшения за-алтарной плоскости стены и визуального отделения пространства «сакрума» от остальной части костела. Для достижения наилучшего эстетического эффекта в сложившейся сегодня экономической ситуации самым подходящим материалом для изготовления ретаблума алтаря является дерево. По причине доступности и легкости обработки древесины, его использование дает возможность выполнения пластичных и художественно выразительных декоративных элементов.

Концепция исторической улицы в архитектуре XIX в.

Нисс Е. В.

Белорусский национальный технический университет

В XIX в. сверхзадачей зодчества становится идея обретения человеком возможности ощутить и пережить включенность в исторический процесс (по Е.И. Кириченко). Проекцией данной идеи можно считать «концепцию исторической улицы», если брать за основу статью Н.В. Гоголя «Об архитектуре нынешнего времени» из сборника «Арабески». Взору читателей предстает проспект, подобный «архитектурной летописи», от объектов «первобытного дикого вкуса» через образцы греческие и готические к представителю нового стиля.

Краковский в «Теоретических основах архитектуры XIX века» отмечает, что подобные размышления посещали и Адама Идзковского. Его воображению также рисовалась «длинная и широкая улица, на которой с обеих сторон высятся» разностилевые здания. Кириченко замечает, что архитектура XIX в. превратилась в своего рода «путешествие по истории и в историю». Ощущение прямой связи судеб каждой личности с судьбами истории находит отклик в претерпевшем изменения представлении об идеальном стиле. Эта идея вдохновляла устройство международных выставок, развернувшееся во всем мире строительство исторических и историко-художественных музеев, проектирование которых велось в градостроительных масштабах.

По традиции XIX ст. интерьеры залов музея Центрального училища технического рисования барона А.П. Штиглица в Петербурге, предназначенные для коллекций декоративного искусства, должны были активно взаимодействовать с экспонатами, сгруппированными по стилям. Подобную последовательность программа здания и предполагала (воплощение в пределах одной постройки мечты Гоголя). В проекте «всеобщего музеума наук и искусств» архитектора П.П. Норева облику здания должно было отражать его назначение. При этом зодчий стремился соединить максимально возможное количество «родов архитектуры». Позже первоначальный замысел был расширен до масштабов «нового города». Принимая, что подобный проект является крайностью, невыполнимой из-за своего максимализма, тем не менее возможно найти немало аналогий среди градостроительных реализаций. Среди них и создание новой кольцевой магистрали в Вене конца 1850-х гг. в ипостаси музея архитектурных стилей (трансляция Готфридом Земпером методов экспозиционного искусства в проектирование городских пространств), и строительство Людвиг и Максимилиана II Баварских в Мюнхене.

**Градостроительство
и ландшафтная
архитектура**

Иерархия целей зеленого градостроительства

Потаев Г. А.

Белорусский национальный технический университет

Цели и принципы зеленого градостроительства отражены в законах, указах, стандартах, программах и других руководящих документах, действующих в Республике Беларусь. Можно выделить следующие приоритетные для Республики Беларусь цели зеленого градостроительства:

- формирование и развитие пространственно взаимосвязанных между собой внутригородских и пригородных озелененных территорий и акваторий, образующих природно-экологический каркас городов и их пригородных зон, обеспечивающих экологическую устойчивость и взаимосвязанность природных элементов городской среды;

- реально оценивать обеспеченность жителей городов озелененными территориями, включая показатели озелененности жилых территорий, обеспеченность горожан парками и другими городскими озелененными территориями общего пользования, а также пригородными ландшафтно-рекреационными территориями;

- в городах необходимо создание здоровой, экологически благоприятной, безопасной и комфортной среды, для чего важно комплексно применять как инновационные, так и традиционные средства (уменьшение теплопотерь в зданиях за счет утепления стен и установки современных стеклопакетов, переход от централизованного отопления к децентрализованному, применение альтернативных источников энергии, систем «умный» дом, повсеместная замена ламп накаливания энергоэффективными светильниками, раздельный сбор и переработка городских отходов и др.);

- наряду с использованием технологических и технических методов уменьшения загрязненности городской среды, важно применение градостроительных методов (рациональные приемы планировки и застройки, трассировки транспортных проездов, выделение пешеходных бестранспортных зон и др.).

Мазаник А. В.

Белорусский национальный технический университет

Ратифицировав положения Конвенции о правах инвалидов, Беларусь признала необходимость следовать принципам универсального дизайна при организации архитектурной среды. Это касается не только создания доступных для всех категорий граждан объемно-пространственных объектов и грамотно организованных связей между ними, но и интуитивно понятного и логичного расположения функциональных зон города, взаимосвязи планировочных элементов среды.

Комплекс мер по созданию универсальной городской среды не ограничивается благоустройством придомовых территорий и открытых пространств общего пользования, а касается всех вопросов функционирования и композиции города. Принципы универсального дизайна должны закладываться в основу планировки жилых территорий и обоснование размещения объектов обслуживания населения, учитываться при формировании силуэта застройки и ее колористического решения, позволяющих свободнее ориентироваться в пространстве, акцентировать внимание и направлять жителей к фокусам тяготения.

Спецификой организации универсальных пространств города является необходимость учета «техногенной» составляющей. Стараясь устранять (в идеале – не создавать) препятствия на путях движения пешеходов, мы вынуждены осознанно возводить барьеры для безопасности между пешеходными путями и проезжими частями улиц, трамвайными и железнодорожными полотнами, велодорожками и т.д. В иных случаях мы создаем барьеры, учитывающие «экологическую» составляющую. Например, позволяющие уберечь от излишнего антропогенного воздействия природный каркас города. В этих условиях большое значение имеет «универсальность» узловых элементов: терминалов и точек пересечения пешеходных путей с прочими линейными элементами системы. Такими узлами становятся остановки общественного транспорта, стоянки и парковки, пешеходные переходы, мосты, причалы, перроны и т.д. Организация безопасных узлов пересечения пешеходных потоков с транспортной системой требует параллельного использования всего арсенала визуальных, аудиальных и тактильных средств идентификации среды.

О параметрическом градорегулировании

Вашкевич В. В.

Белорусский национальный технический университет

С принятием в 2011 году Советом Министров Республики Беларусь Положения «О порядке проведения общественных обсуждений в области архитектурной, градостроительной и строительной деятельности» граждане страны получили возможность ознакомиться с градостроительными проектами (генеральными планами городов и детальными планами их структурных частей). В ходе общественных обсуждений проектов выявилась проблема несоответствия состава проектных материалов и их содержания потребностям широких слоев общества, как правило, не обладающих необходимыми знаниями и навыками анализа схем и карт. Двухмерные эскизы застройки, изображаемые на градостроительных чертежах, очень условны и не несут достаточных сведений об объемно-пространственном решении застройки.

Анализ содержания градостроительных проектов и системы их оценки выявил ряд существенных недостатков:

- отсутствие точной информации о возможностях и ограничениях пространственного развития застройки;
- субъективная оценка художественно-эстетического качества проектного решения;
- недружественный пользовательский интерфейс;
- недостаток информации о масштабе застройки и открытых пространств;
- невозможность непосредственного обращения к связанным массивам данных.

Общественное обсуждение проектных предложений – это первый шаг на пути к созданию системы инклюзивного градостроительного регулирования, которое основывается на участии жителей города в разработке и оценке различных проектов. Такой подход градорегулирования предполагает соответствующую форму проектной документации, в частности, ее состав должен быть ориентирован не на проектировщика, а на конечного пользователя – жителя города, нуждающегося в доступной информации.

В результате анализа зарубежной градостроительной практики выявлена тенденция перехода от картографических способов изображения города к его параметрическому 3D-моделированию, позволяющему создавать в киберпространстве не только ознакомительные модели города, но и предоставлять точную информацию о регламентах освоения территории.

Методы зеленого градостроительства на примере ландшафтных территорий городов Тампере и Таллинн

Нитиевская Е. Е.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время (с 2016г. по 2021г.) реализуется проект ПРООН / ГЭФ «Беларусь: Поддержка зеленого градостроительства в малых и средних городах Беларуси» (сокр. «Зеленые города»). В рамках этого проекта в ноябре 2017 г. проходила ознакомительная поездка «Передовые методики в области «зеленого» градостроительства» в г. Таллинн (Эстония) и г. Тампере (Финляндия). В числе участников в обучающей поездке приняли участие преподаватели БНТУ, которые знакомились с опытом посещаемых городов в области развития городских транспортных систем, снижения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ и парниковых газов, а также реализации проектов в области энергоэффективности, и эффективного управления отходами. Также ознакомились с проектом по развитию города Тампере в рамках концепции «Умный город» и с планом по развитию «умной» мобильности.

На примере презентации плана зеленого градостроительства г.Таллина и знакомства со стратегией города Тампере можно выделить основные положения, актуальные для развития зеленого градостроительства в Беларуси, а также рассмотреть их использование в учебном процессе при подготовке специалистов архитекторов:

- актуальными являются механизмы диалога и партнерства органов власти, предприятий, общественных организаций и граждан для планирования городского развития;

- важной является подготовка специалистов, имеющих навыки в проведении работы с населением по вовлечению в процесс обсуждения градостроительных проектов на стадии принятия концептуальных решений;

- необходим постоянный мониторинг информированности населения через интернет, и обратная связь через опросы, проведения встреч с населением; при работе с населением в процессе общественных обсуждений архитекторам необходимо больше использовать наглядный визуальный ряд, который лучше воспринимается пользователями и вызывает доверие;

- все элементы программы мобильности имеют исключительно важное значение при подготовке специалистов-архитекторов, поскольку именно они, как будущие профессионалы, являются «проводниками» идей умной мобильности, т.к. потребуется время, чтобы полностью следовать принципам зеленого градостроительства, сохранения природы и экономии ресурсов.

Современные тенденции в развитии городских озелененных пространств в условиях Беларуси

Нитиевская Е. Е., Протасова Ю. А.
Белорусский национальный технический университет

Зеленый – цвет жизни, гармонии. Для человеческого глаза это самый привычный и комфортный цвет. Зеленые насаждения важны при формировании архитектурной среды. Перед архитекторами Беларуси стоят две важные задачи – необходимость уплотнения городов и увеличение озелененных пространств. Сложно решать вторую задачу, не имея достаточного резерва территории. Существующие мировые тенденции и современные достижения в области «зеленого градостроительства» и ландшафтной архитектуре актуальны и для условий Республики Беларусь. Можно выделить некоторые предложения по совершенствованию озелененных пространств на разных уровнях:

- на уровне города:
 - увеличение количества озелененных пешеходных городских «коридоров», свободных от транспорта, за счет расширения велосипедной сети, повышения эффективности городского транспорта;
 - создание предпосылок для уменьшения использования личного автотранспорта, что приведет к увеличению озелененных общественных пространств;
 - активизация общественных пространств, используя элементы ландшафтного дизайна и геопластики, городскую скульптуру и инсталляции;
 - развитие зеленой инфраструктуры города и сохранение биоразнообразия.
- на уровне жилых районов и кварталов:
 - системность и полицентричность озелененных пространств;
 - автономность – как эффективную экологическую систему;
 - интенсификацию дворовых пространств;
 - интеграцию озелененных пространств в застройку («вертикальные девни», «зеленые» крыши, вертикальное озеленение);
 - доступность озелененных пространств всем категориям людей,
 - разнообразие в выборе видов деятельности и досуга
- на уровне жилого двора:
 - формирование дворовых пространств в «теле» жилого объема;
 - размещение городских огородов;
 - создание частных палисадников в уровне первых этажей;
 - расширение типологии жилых ячеек (ситихаусы, даунхаусы и др.),
 - развитие благоустройства, применение сочетаний малых архитектурных форм с элементами озеленения.

Возможные перспективы Ляховки

Протасова Ю. А., Рачкевич Т. Е.

Белорусский национальный технический университет

Рядом с центральным ядром города Минска находится уникальный район Ляховка. Сто лет назад это район был рабочей окраиной – на территории слободы Ляховка находились заводы, рабочие казармы, жилые дома.

За последних несколько лет территория вдоль улицы Октябрьской стала популярным местом среди минчан и гостей столицы. В заводских просторах XIX–XX веков и рядом с ними появились кафе, бары, культурное пространство «ЦЭХ», общественные площадки. Здесь проводятся различного рода фестивали и перформансы. Современной достопримечательностью этой территории стали граффити. Территория вдоль улицы Красноармейской в настоящее время не имеет разнообразия общественных функций. Ее преобразование проходит сложнее, хотя реконструкцией данной территории занимаются архитекторы «Минскградо», неоднократно представляя на общественное обсуждение проекты.

В 2017 году преподавателями БНТУ был проведен опрос студентов по оценке современного состояния района Ляховка, который показал, что многие не знают, где находится данная территория. Те, кто знаком с данным районом отмечают его замкнутость, слабую транспортную доступность, плохое благоустройство. Студенты указывают на положительные стороны: месторасположение в центральной части города (большой потенциал развития), озелененность, живописность. Все сходятся на необходимости преобразования территории. Опрос пробудил профессиональный интерес к преобразованию данной территории. Студенты 5 курса БНТУ выбрали территорию между улицей Красноармейской и рекой Свислочью для выполнения учебного курсового проекта. В своих работах они по-разному видят функциональное назначение данной площадки – научно-просветительский, культурно-досуговый, развлекательный центр, при этом обязательно размещение жилых территорий. В проектах участок решается в виде небольших кварталов, формирующих соразмерные человеку пространства. Внутри проектируются: пешеходное озелененное пространство, водный канал, надземные пешеходные платформы, озелененные кровли.

Интерес студентов к Ляховке показал имеющийся потенциал территории в силу своей уникальности: размещения в архитектурно-планировочной структуре города, типологически разнообразных объектов, ландшафта.

Научные труды Яна Гейла, Кристофера Александра и др. положены в основу дипломных и курсовых проектов, разрабатываемых студентами кафедры «Градостроительство».

Предпосылки разработки планировочных методов повышения устойчивости городов к изменению климата и адаптации его последствиям

Сысоева В. А.

Белорусский национальный технический университет

Урбанизация признана одной из наиболее значимых общемировых тенденций, которая заключается в новом подходе к оценке роли городов в изменении климата, использовании и потреблении природных ресурсов, а также их потенциала в решении задач социального и экономического развития. Для большинства городов характерны: чрезмерное разрастание территорий, несбалансированное развитие транспорта и коммуникаций, которая сопровождается ростом дорожно-транспортных происшествий, вредных выбросов и шума, а также снижением физической активности горожан. Города потребляют от 60 до 80% всей производимой в мире энергии.

Беларусь является самой урбанизированной из всех постсоветских стран (по данным Белстат 78,08% населения страны проживает в городах), однако в национальных стратегических документах города и населенные пункты пока не обозначены в качестве ключевых объектов государственного управления и регулирования устойчивого развития с целью снижения темпов изменения климата и адаптации населенных пунктов к его последствиям. Поэтому целесообразно обратиться к рекомендациям ООН о формировании специального законодательства для городов, направленного на использование современных инструментов комплексного планирования городского развития

Необходимо внедрение интегрированного подхода к развитию городов Беларуси с приоритизацией экологических целей, а именно зеленого планирования. Требуется изучить основные барьеры и проблемы устойчивого развития городов, разработать предложения и возможные шаги по внедрению подходов зеленого планирования в практику развития городских территорий Республики Беларусь. Предлагается выработать новое концептуальное видение «зеленого» развития городских территорий на базе новой системы принципов, развивать подходы к территориальному планированию на уровне городов, при этом сместить акценты в сторону системной трансформации городского пространства.

Новые планировочные методы повышения устойчивости городов к изменению климата и адаптации его последствиям должны комплексно решать вопросы области градостроительства, землепользования, энергоэффективности и транспорта.

Принципы инклюзивности общественных пространств города

Вардеванян П. Г.

Белорусский национальный технический университет

В ходе разработки глобальных целей устойчивого развития эксперты авторитетных международных организаций собрали убедительные доказательства того, что общественные пространства в городах необходимо создавать на принципах инклюзивности. Эти принципы нашли свое место в новой городской повестке, а в настоящее время развиваются в градостроительной практике многих городов по всему миру; тех городов, которые разрабатывают и реализуют стратегии преобразования своих улиц и площадей, модернизируют транспортные сети и объекты, а также укрепляют зеленую инфраструктуру.

В настоящее время города Беларуси также подошли к решению этих задач, о чем свидетельствует нарастающее число публикаций на тему общественных пространств. Следует отметить, что отечественные градостроители часто сводят инклюзивный подход при формировании общественных пространств к вопросам создания безбарьерной среды средствами универсального дизайна. Однако обзор зарубежной научной и методической литературы, а также информации, размещенной на тематических интернет-платформах, показывает, что этого недостаточно. Масштабных успехов добиваются только те города, руководители которых преодолели узость административно-технических подходов и сориентировались на изучение более широкого социально-культурного контекста и особенностей поведения разных людей в общественных пространствах города.

Наряду с мерами, направленными на снижение барьеров для физически ослабленных лиц, современная городская политика в области инклюзии должна охватывать градостроительные принципы, обеспечивающие:

- а) достойное старение на местах;
- б) дружелюбность к детям и сохранение мест для свободной игры;
- в) раскрытие творческого потенциала молодежи через совместный дизайн;
- г) поддержку здоровому образу жизни и физической активности на открытом воздухе для всех;
- д) устойчивую мобильность. Реализация принципов инклюзивности требует изменений в благоустройстве общественных пространств. Сегодня информационно-коммуникативные технологии позволяют вовлекать людей в поиск адекватных решений на всех стадиях городского планирования, начиная с концептуального замысла и заканчивая совместным производством архитектурных элементов благоустройства, тем самым делая процесс проектирования инклюзивным.

Метод определения границ участка жилой застройки с учётом инсоляции

Шуляковская Н. Н.

Белорусский национальный технический университет

Солнечное влияние для жилых территорий рассматривается как основа формирования локального климата. Структура и величина созданного в городе затенения влияет на температуру, относительную влажность, движение воздуха. Интенсивность солнечного излучения и его основные качества, влияющие на состояние жилой застройки, - бактерицидное и тепловое воздействие, зависят от времени суток, атмосферы и окружающей среды. Проблемы недостаточной инсоляции зданий возникают в крупных городах, где используют повторно под застройку зоны центральных частей городов в условиях уплотнения существующей застройки. Метод определения границ участка, освещаемого солнцем в определенное время, носит графоаналитический характер и состоит из следующих этапов: построение вспомогательного чертежа и определение границ исследуемого инсолируемого участка. Продолжительность инсоляции на чертежах определяется с помощью солнечной линейки по дням весенне-осеннего равноденствия для границ участка высотой средней этажности исследуемой застройки. Выполненные построения на чертеже моделируют и определяют форму вдоль очертания границ зданий таким образом, чтобы граница застройки средней этажности соприкасалась со зданием. След исследуемых точек моделирования с помощью линейки обозначает по контуру инсолируемый участок. Последующий анализ территории застройки ведется в пределах расчетного инсолируемого участка. Графически проводятся границы участка с искомой инсоляцией, рассчитывается инсоляция на фасадах зданий, определяется теневое взаимовлияние. Полученные результаты инсоляционных промежутков сравниваются с нормативными значениями продолжительности непрерывной инсоляции для каждого фасада в течение светового дня. На первом этаже, в условиях затенения, температура ниже, чем на пятом и последующих этажах, на это влияют растительность и покрытие. Разница во влажности воздуха и температуре, движении воздуха существует для помещений, выходящих на южный фасад, и помещений с лоджиями и балконами, затенёнными зелеными посадками. Форма здания, цвет фасадов, планировка помещений, величина и расположение оконных проёмов, система зелёных насаждений являются составляющими климатической композиции, которые влияют на санитарные и психологические условия существования человека в среде города.

Китайская модель научно-технологических парков

Гопин Лу

Белорусский национальный технический университет

Китайские научно-технологические парки отличаются типологическим разнообразием. По функциональному профилю можно выделить следующие типы парков с преобладанием разных производств:

- парки высоких технологий (производство компьютеров, смартфонов, оптико-волоконной техники, мультимедийных и других высокотехнических устройств);

- образовательно-научные парки с экспериментальной базой и опытными производствами;

- парки био- и агротехнологий (производство медикаментов, продуктов питания, косметики и др.);

- парки легкой промышленности (производство тканей, одежды, обуви и др.), производства мебели, канцелярских товаров, др.;

- парки точного машиностроения (производство станков с компьютерным управлением, медицинского оборудования, машин и механизмов малой механизации, др.);

- парки транспортного машиностроения (производство самолетов, автомобилей, железнодорожных локомотивов и вагонов, дорожных машин и механизмов, др.);

- производственно-логистические парки с предоставлением таможенных, сервисных и других услуг;

- парки строительной индустрии (производство строительных материалов и изделий);

- парки тяжелого машиностроения (производство металла и продукции металлообработки, энергетических установок, труб большого диаметра, космической и военной техники, др.);

- парки химической промышленности (производство продукции нефтехимии, красок, лаков, чистящих средств и др.).

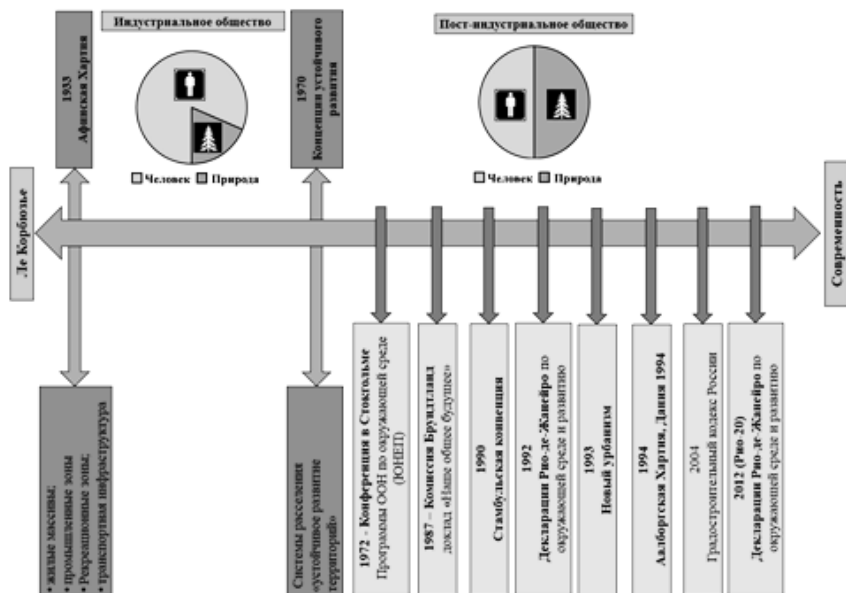
Эволюция концепции устойчивого развития поселений

Каширипур М. М.

Белорусский национальный технический университет

На современном этапе развития градостроительства основной концептуальной рамкой большинства методик планирования является концепция устойчивого развития. Термин устойчивое развитие впервые упоминался в докладе комиссии Брантленд «Наше общее будущее» в 1987 г. В рамках этой концепции появляется много новых терминов, таких как удобство для жизни (liveability), эко-город, «экологический след», устойчивая городская мобильность. Масштаб и контекст, в котором используются эти термины, также различаются (рисунок).

В результате эволюции концепции устойчивого развития были сформулированы десять заповедей устойчивого развития, которые развиты во многих научных трудах в сфере архитектуры, градостроительства, экономической географии и транспорта.



Доминирующие концепции в градостроительстве
с начала 20-го по начало 21-го века

УДК 711 (476)

**Предложения по совершенствованию методов преподавания
градостроительных дисциплин студентам-архитекторам**

Костяшов А. В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время при подготовке студентов архитекторов основой является обучение методам и практики проектирования архитектурных и градостроительных проектов. В то же время для архитектора важно не только разрабатывать проект, но также «продать» его. Проект разрабатывается не для себя, а в результате задание (индивидуального) заказчика, социального заказа, собственной инициативы. Проект должен быть согласован со множеством организаций и ведомств. Всё это требует специальных знаний и навыков. Базовые знания может дать теория управления, но ее положения должны быть адаптированы к специфике архитектурно-градостроительной деятельности. В высших архитектурных учебных заведениях должны быть дисциплины, обучающие методам не только создания готовой продукции, но и реализации нестандартных задач, создания нестандартных подходов, продвижения своих решений.

В высших архитектурных школах данный вопрос частично рассматривается в составе учебных дисциплин, «Интеграционное проектирование» (МАРШ), «Урбанистические аспекты развития среды жизнедеятельности» (МАРХИ), «Актуальные проблемы архитектуры, градостроительства и дизайна архитектурной среды» (БНТУ). Следующим шагом должно стать системное рассмотрение вопросов проектирования разнокачественной и динамически меняющейся среды, учитывающей реалии архитектурно-градостроительной практики, различные интересы и мнения, «циклы жизни» проекта, маркетинг архитектурно-градостроительной продукции.

Особенности планировочной структуры общественного центра малого городского поселения XVI – XVII веков (на примере Докшиц)

Януш А. П.

Белорусский национальный технический университет

Докшицы в конце XVIII в. имели статус уездного города Минской губернии и население 500 чел. Несмотря на малочисленность жителей, общественный центр обладал разветвленным, линейно-узловым характером и может быть причислен к типу, определяемому термином разветвленный прямоугольный. Он состоял из комплекса зданий полифункциональной главной площади, связанной основной городской улицей, имевшей жилую застройку, со слободской площадью с храмом. В функциональную организацию улицы входила также синагога внутри квартала и ландшафт небольшой запруды реке на Березине. Кроме того, структура центра дополнялась отрезком другой важной улицы с жильем, соединявшей главный форум с униатской церковью.

Принадлежность площади к готической градостроительной культуре идентифицируется, как и в других случаях, примыканием улиц к углам площади и трассировкой их в виде продолжений сторон. Специфика Докшиц - шесть прилегающих улиц и слабо выраженная тенденция к формированию симметричной планировочной композиции. Приходской костел размещен посередине юго-восточной стороны площади. Однако его объем и прямоугольный земельный участок своей ориентацией несколько нарушают ортогональную схему плана. Аналогично другим примерам, центральная часть пространства площади свободна, а доминанта является элементом периметра комплекса. Примечательна упрощенная планировка площади в заречном районе. Ее средневековое формообразование определяется не только вышеуказанным признаком, когда к углам подходят два протяженных направления и короткий второстепенный переулок. Прямоугольный абрис площади прилегает большей стороной к важной магистрали так, что движение по коммуникации не затрудняет те или иные функциональные процессы, происходящие в планировочно замкнутом пространстве площади. Такой прием весьма типичен для западноевропейского средневекового градостроительства, в том числе и в условиях нерегулярной структуры, спонтанно сложившейся без общего геометризованного замысла.

В заключении отметим, что общим принципом пространственной организации общественных центров малых городских поселений Беларуси XVI – XVII вв. с регулярной планировкой средневекового происхождения была их дифференциация по генеральному характеру структуры в зависимости от взаимоположения входящих в них градостроительных элементов.

**Особенности анализа и оценки ландшафтных условий
при проектировании экологических парков**

Волкова В. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью анализа и оценки ландшафтных условий при проектировании экологических парков является выявление ландшафтных особенностей проектируемой территории (микrokлиматических, рельефа, инженерно-геологических, почвенных, растительности, водоемов и водотоков), а также условий зрительного восприятия пространства, чтобы сохранить и использовать его положительные качества и ликвидировать или минимизировать отрицательные.

Выявляются участки проектируемой территории с разными условиями инсоляции, аэрации (открытые ветрам и защищенные от них участки), участки скопления туманов и др. Выявляются доминирующие возвышенности (господствующие высоты), кромки крутых откосов, бессточные котловины и их центры; склоны разной крутизны и ориентации по странам света, плато, холмы, гряды, седловины, тальвеги; нарушения рельефа природного и антропогенного характера (овраги, искусственные впадины, насыпи и т. п.); участки с разными типами почв, заболоченные, подтапливаемые, подверженные оползням, просадке грунтов.

Для наиболее ответственных участков рельефа (холмы, террасы, овраги) выполняются поперечные и продольные разрезы.

Растительность изучается с целью определения возможностей использования существующих древесных и кустарниковых насаждений при создании парка. Определяется породный состав, возраст, высоты, сомкнутость полога крон древесных и кустарниковых насаждений, их декоративные качества, санитарное состояние, наличие подроста, подлеска, травяного покрова. Особо выделяются и фиксируются на плане наиболее ценные экземпляры и группы насаждений.

Водоемы и водотоки естественного и искусственного происхождения изучаются с целью определения возможностей их использования для купания, занятий водными видами рекреации и спорта. Выявляются: глубина, санитарное состояние, проточность, состояние берегов, связь с другими водными объектами и системами. Оцениваются возможности создания искусственных водных объектов – водохранилищ, каналов и т. п.

Основными методами композиционно-пространственной организации территории экологических парков являются: разработка сценария визуального восприятия паркового пространства, пространственное зонирование территории, формирование парковых пейзажей.

Жолудь Н. И.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с указом Президента Республики Беларусь №214 от 4 мая 2014 года «О развитии городов-спутников» статус городов-спутников получили следующие населенные пункты: города Дзержинск, Заславль, Логойск, Смолевичи, Фаниполь и городской поселок Руденск.

Актуальной научной проблемой белорусского градостроительства является отсутствие разработок по сопоставительному анализу сложившейся планировочной структуры городов-спутников каркасу Минской агломерации.

В результате исследования установлены особенности планировочной организации городов-спутников, которые заключаются в их местоположении относительно транспортно-коммуникационных коридоров Минской агломерации, соотношении антропогенных осей и природных элементов планировочного каркаса.

Анализ картографических материалов и натурных обследований городов-спутников позволил разработать типологию их планировочных структур, включающую следующие типы:

– урбанизованная (Фаниполь, Смолевичи) – расположение городских территорий на полимагистрале, в состав которой входит не менее двух урбанизованных осей (железнодорожная и автомобильная магистрали национального и республиканского значения) при отсутствии в структуре плана крупных природных осей;

– урбанизовано-природная (Руденск, Дзержинск) – наличие вблизи территории города нескольких урбанизованных осей национального и республиканского значения, а также природных элементов, таких как крупные водотоки, водохранилища, заболоченные территории;

– природно-урбанизованная (Заславль) – преобладание в планировочной структуре природных элементов при наличии урбанизованных осей международного или республиканского значения двух видов (железнодорожная и автомобильная магистрали);

– природная (Логойск) – доминирование в планировочной структуре города природных элементов при отсутствии одного из видов урбанизованных осей (железнодорожная магистраль).

Предложенная типология может использоваться при разработке градостроительной документации по совершенствованию планировочной организации населенных пунктов, расположенных в границах Минской агломерации.

УДК 711 (476)

Трансформация композиции общегородских центров больших городов Беларуси в 21 веке

Матвейчук В.И.

Белорусский национальный технический университет

Общегородские центры больших городов Беларуси разнообразны. Центры Полоцка, Пинска, Орши, Мозыря, Борисова начали формироваться в 9-12 вв., Лиды, Бобруйска, Молодечно – с 14 в., в них сохранились памятники истории и архитектуры. В Пинске, Полоцке, Лиде проведены работы по регенерации и реконструкции исторических центров и исторических комплексов. Разработан масштабный проект историко-архитектурной регенерации исторической застройки и восстановления Бобруйской крепости, из-за которой общегородской центр Бобруйска удален от реки Березины.

Работы по улучшению планировочной и пространственной организации общегородских центров больших городов проведены в Мозыре, Молодечно, Лиде.

Общегородские центры больших городов Беларуси дополняются: открытыми озелененными пространствами (Новополоцк, Орша, Бобруйск, Мозырь, Молодечно, Солигорск); пешеходными улицами или бульварами (Новополоцк, Полоцк, Бобруйск, Солигорск, Лида), площадями; набережными (Мозырь, Пинск).

На протяжении многих десятилетий серьезной проблемой больших городов продолжает оставаться защита центров от интенсивного движения транспорта, организация бестранспортных пешеходных зон. Остро эта проблема стоит в Борисове, так как главная площадь города со всех сторон окружена магистралями, что буквально «отрезает» ее от пешеходов.

Важен комплексный подход к реконструкции центров больших городов с учетом историко-культурной ценности имеющейся застройки и современных требований к развитию общественных центров в городах.

**Рисунок, акварель,
скульптура**

Художественный аспект формирования архитектурно-ландшафтной среды специализированных ландшафтных объектов

Богаткина А. Ю.

Белорусский национальный технический университет

Перспективы реализации концепции устойчивого развития городской среды напрямую связаны с проведением архитектурно-ландшафтной реконструкции городских территорий, предполагающей целенаправленное увеличение их природного потенциала на основе структурной реорганизации существующих экосистем.

В рамках художественного аспекта формирования архитектурно-ландшафтной среды специализированных ландшафтных объектов предлагается ряд качественных изменений и преобразований пластической организации современной архитектурно-ландшафтной среды для общественного пользования путем эффективного использования благоприятных факторов окружающей среды или компенсации их неблагоприятного влияния; повышения эстетических качеств архитектуры и ландшафта посредством пространственных (графика, скульптура, фотография, реклама), временных (музыка) и пространственно-временных (архитектура, театр, танец) искусств. Приведенные положения по улучшению условий психофизиологического комфорта реализуются путем использования следующих приёмов:

- формирования «экологической архитектуры»;
- приём многослойной информативности;
- приём цветового и светового зонирования;
- приём сценарности;
- тематический прием;
- приём сезонных и суточных изменений.

Переосмысление подходов к формированию архитектурно-ландшафтной среды для специализированных ландшафтных объектов предопределяет их совершенствование и дальнейшее развитие.

Цвет и линия в живописи

Витковская В. Г.

Белорусский национальный технический университет

Жизнь цвета и линии в искусстве должна быть такой же разнообразной и полнокровной, как сама окружающая жизнь, со всем богатством ее форм и внутреннего содержания. В живописи началом всех начал является цвет. Он не только наполняет форму и строит ее, но и служит идейным выражением замысла художника. Цвет, заключенный в форму, дает образ. Соотношения цветов, распределенных в формах, есть произведение живописи – то есть законченное целое. Произведение, воспринимаемое посторонним зрением, не требующее никаких дополнений либо иллюстраций к самому себе. Цвет и линия, таким образом, – это две стихии, из овладения которыми возникает изобразительное искусство, как творчество. Природа, действительность, общественная жизнь являются вечными источниками искусства. Поэтому изучение законов художественного мастерства неотделимо от задач изучения самой жизни, натуры. «Наблюдательность – это направленное внимание, при котором отбираются и запоминаются яркие зрительные образы. Наблюдение с натуры направляет и обостряет впечатление живописца. Так возникают замыслы будущих работ и стремление находить необходимые для этого изобразительные средства. В рисунке, в живописи – важно развитое чувство формы и умение выразить ее пластические качества цветом. В подлинной живописи цвет гармонирует с формой, обогащает ее. Именно рисунок поможет найти настоящее место каждого цветового пятна, определить меру его светосилы и пропорции, выявить цветом форму. Линия в живописи может обозначать разграничение между пластическими элементами – в первых планах – она подчеркивает контраст, отделяя один элемент от другого (предмет, плоскость). Во вторых, третьих планах линия исчезает, и разграничение предметов материальной среды почти пропадает, мотивы постановки мягко соединены между собой. Цветовые и тональные отношения в этом случае являются линейным разграничением. Линия имеет большое значение, когда художник использует локальный цвет, обращаясь к живописи декоративного натюрморта, или создавая эскиз монументально-декоративного произведения. В этом случае и решая подобные задачи, создавая цветовой контраст и разграничения между тематическими мотивами, художник использует линию.

Драгун Ф. М.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время любой артефакт имеет цифровой сценарий, партитуру или план. Системы и практики, связанные беспроводные соединения, глобальные коммуникации, влияют на наши тела, одежду, архитектуру, творчество; способы и системы передвижения, а также на то, как мы используем пространство и время. Очевидные последствия этих технологических трансформаций - всеобщая смена парадигмы: переход от мира, основанного на границах и разделении, к миру, структура которого на любом уровне организации всё больше определяется связями, сетями и потоками. Принцип взаимности - классическое правило древности - более не ограничен в пространстве и времени и это оказывает глубокое влияние на практику проектирования, дизайна, творчества в целом. Организованные в программный код биты - это наиболее эффективное из имеющихся у нас сегодня средств для выражения намерений и приведения их в действие. Граница между миром физическим и виртуальным, представляемые нами различными сферами - стирается. Сетевой интеллект оказывается внедрённым повсюду, в любой физической системе - рукотворной или природной. События, происходящие в виртуальном пространстве, отражаются в физическом и наоборот. Электронная коммерция - это продуманная интеграция цифровых и реальных систем снабжения. Биты не висят в киберпространстве, чтобы их рассматривали как картины в экспозиции или следили за ними через «windows». От ультразвукового сканирования до посмертного интернет-существования в виде файлов, наши контуры теперь находятся в состоянии непрерывного электронного взаимодействия с окружающей средой.

А. Лефевр. Пространственная практика общества, синтезирующая пространство этого общества, производящая его медленно, но уверенно, присваивая и приспособлявая его под свои нужды.

М. Кастельс. Появление пространства потоков, берущим верх над исторически сложившимся пространством места, по мере того, как логика доминирующего учреждения посредством информационных технологий отдаляется от социальных ограничений, накладываемых культурной принадлежностью и местными сообществами.

Сегодня мы всё в большей степени живём в точках, где электронные потоки информации, подвижные биосубъекты и реальные пространства сходятся продуктивным образом. В этих точках и возникает новое искусство XXI века, новый изобразительный язык.

Новый порядок архитектурного мироздания

Кветковский А. А.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что древнеегипетский, шумерский периоды существовали тысячелетиями, срок жизни классической древнегреческой и древнеримской архитектуры уже измерялся сотнями лет. Периоды жизни более поздних архитектурных эпох сокращались и уплотнялись, подгоняя друг друга в спину, приводя ситуацию к тому, что в XX веке существование архитектурных стилей сократилось до десятков лет. Сегодня они, утратив свою неприкосновенность, смешались в единый калейдоскоп в руках архитектора, который легким движением меняет их взаимные комбинации, создавая все новые и новые прочтения сложно сбалансированных гармоний...

В то же время непривычность и неоднозначность таких построений делает прочтение архитектуры XXI века крайне непростой задачей, требующей хорошей базовой подготовки и способности к анализу, превращая ее из искусства социального в искусство интеллектуальное, все менее и менее доступное восприятию обществом. Это, в свою очередь, вызывает у последнего протест и отторжение. Силы взаимного отталкивания начинают превалировать над силами взаимного притяжения, неся в себе скрытую энергию разрушения, делая общественный диалог архитектора и окружающего его социума практически невозможным.

Количество различных вариантов смещения стиливых комбинаций тоже ограничено и вскоре будет исчерпано, а новых прорывов в технологии и производстве материалов для строительства, способных повлиять на архитектуру, как в свое время это произошло с появлением проката металла и железобетона, пока не предвидится...

Профессия теряет свое общественное значение и влияние, становясь в один ряд с прочими ремеслами, главной задачей которых является обслуживание бытовых потребностей населения в местах его проживания, и незаметно перемещается из области культуры в сферу услуг.

И все же хоронить Архитектуру как самостоятельный вид творчества рановато. Еще сохранились школы, где по-прежнему готовят достойную смену мастерам, воспитывая из них наследие профессии, не давая окончательно разрушить выстраивавшиеся тысячелетиями принципы созидания. Возможно, именно их выпускники смогут соединить воедино багаж полученных знаний и новые технологии, перелистнув следующую страницу в истории Архитектуры.

Теория и практика рисунка в эпоху Возрождения

Колосенцева А. Н.

Белорусский национальный технический университет

В первой половине XV столетия во Флоренции, а затем и в других центрах Италии окончательно складывается новая культура – культура Возрождения. Проторенессансные мастера Мазаччо, Донателло, Альберти заложили прочные основы нового, реалистического направления в искусстве. Теория рисунка берет начало от сочинения Леон-Батиста Альберти «Три книги о живописи» (1435г). Он явился первым создателем научно-математической теории искусства, где развивает три основных аспекта анализа искусства живописи: научно-теоретический, эстетический, практический. Опираясь, на это он рассматривал живопись как предмет, состоящий из 3-х частей: очертания, композиции, освещения. Понятие рисунка здесь равнозначно геометрическому понятию замкнутой контурной линии поверхности. Это была главная особенность флорентийского рисунка раннего кватроченто

В «Трактате о живописи» Леонардо да Винчи развивает дальше науку о живописи. Он говорит, что живопись состоит из нескольких частей. Он выделяет – рисунок, светотень, цвет, элементы линейной перспективы. Рисунок - это изображение помещенной в пространстве объемной фигуры, ограниченной в своих зрительных границах линией.

В начале XVI в., в период Высокого Возрождения в римских и тосканских кругах складывается теория, что рисунок-это основа всех видов искусства. Микеланджело и флорентийские мастера Возрождения рисунок рассматривали, как главное средство передачи художественного образа, как творческая основа в живописи, в скульптуре и в архитектуре.

В Венеции существовала иная теоретическая концепция рисунка и живописи. Рисунок с его линейной структурой находится в теснейшей зависимости от колорита, контрастов, светотени и красок, что придает форме естественную объемность и жизненность.

В XVI в. установился порядок обучения рисунку: выполнение рисунков-копий; натурное рисование скульптуры, статуй, рельефов, гипсовых слепков; рисунки с натуры делались с мужских фигур, одетых и обнаженных. Смешанная техника рисунка давала максимальную свободу, богатство приемов и их художественного использования в рисунке. Рисунок поднялся до степени высокого мастерства и настоящего искусства. Живая практика ренессансного искусства отличалась большой свободой и разнообразием индивидуальных приемов и никогда не укладывалась в узкие рамки, какой ни будь системы.

Преподавание скульптуры и аспекты визуального восприятия объема в пространстве

Кондратьев Д. В.

Белорусский национальный технический университет

Любая деятельность в изобразительном искусстве будь то скульптура, архитектура или живопись базируется на рисунке. Обучение скульптуре должно вестись в тесной связи с практическими занятиями по освоению пространства и объёма при помощи линии и пятна, когда светотеневая составляющая окружающего человека мира открывает своё значение в области иллюзий восприятия.

Одна из основных иллюзий, связана с линейной перспективой, когда зрителю кажется, что наблюдаемый объект меняется в своих параметрах в зависимости от положения в пространстве, конечной границей которого, является горизонт.

Воздушная перспектива – воздух имеет свою плотность и чем дальше от нас наблюдаемый объект, тем плотнее воздушный слой между наблюдаемым объектом и зрителем. Мелкие детали исчезают, становится очевидным значение силуэта.

В обучении скульптуре все выше названные иллюзии особенно важны при работе с рельефом, что делает рельеф наиболее удобной формой скульптурной пластики для обучения на АФ БНТУ.

При обучении скульптуре познаётся влияние тональных и цветовых соотношений на восприятие объёма в пространстве. Свет – расширяет пространство, тьма – сжимает. Влияние света на восприятие пространства – иррадиация – сопровождает человека с рождения. Архитектура может восприниматься глухой, тяжёлой, мрачной или лёгкой, динамичной, воздушной и всё благодаря свету.

Скульптура помогает архитектору познать нюансы восприятия объёма, пространства и их взаимосвязь на примерах малой пластики. Само участие в создании объёма, когда будущий архитектор мнёт в руках пластилин или глину уже влияет на формирование объёмно-пространственного мышления. Работая над пластикой, будь то рельеф или круглая скульптура, вращая получаемую массу относительно источника света и наблюдая, как при этом меняется степень глубины рельефа и детализации, студент АФ БНТУ вырабатывает навыки, которые будут полезны при проектировании различных архитектурных строений в частности и пространств в целом.

**Линия, тон и свет, как средства выявления
объемно-пространственного мышления в учебном рисунке**

Прохоров А. В.

Белорусский национальный технический университет

В учебном рисунке перед студентом одной из основных задач стоит выявление пространства.

Основными средствами по выявлению пространства в рисунке являются линия, тон и свет. Объемно-пространственное мышление в рисунке можно показать пользуясь одним только линейным рисунком, где изображаемый объект является как бы прозрачным - т. е. рисуются невидимые для рисовальщика стороны и детали объекта.

В зависимости от интенсивности линии (её яркости и толщины) мы можем показать что к нам находится ближе, а что дальше от нас. Если учесть, что линия может переходить в тон, то мы получаем совершенно ясную картину методики по выявлению пространства в учебном рисунке. Что позитивно сказывается на развитии объемно-пространственного мышления будущего архитектора. Студент-архитектор должен учиться видеть сквозь изображаемый объект, что позволит ему создавать проекты с учётом пропорций всех деталей конструкции будущего сооружения в целом.

Возвращаясь к линейному рисунку и к его переходу в стадию тонального: можно добавить, что неизменным спутником тона, его антагонистом, является свет.

Для выявления пространства в рисунке студент-архитектор должен уметь определить местонахождение абсолютного тона и абсолютного света. Обеспечить, с помощью полутонов, плавный переход одного в другой.

В завершении можно отметить, что для развития объемно-пространственного мышления у студентов-архитекторов необходимы упражнения в виде быстрых линейных зарисовок, а так же кратковременных тональных рисунков, в которых акцент будет сделан на интенсивности либо линий, либо тона и света. Заострить внимание на них студентов, как на основных средствах выявления объемно-пространственного мышления в учебном рисунке.

Пленэр

Ковалько Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Работа на открытом воздухе дает возможность студентам приобрести практический опыт в передаче колорита при различной освещенности, углубить понимание закономерностей построения целостного изображения, совершенствовать живописную технику.

Работа на пленэре предусматривает передачу в этюде влияния на облик объекта освещенности, определяющей колорит изображения. Каждой освещенности соответствуют свои черты колорита. С изменением времени суток меняется цветность освещения, обуславливающая цвета предметов, придавая им оттенок и объединяя их. Общая окраска наиболее видна на белых предметах. С изменением условий освещения меняется характер светотени. Гармония изображения достигается в том случае, если работа ведется с учетом общего тонового и цветового состояния. Освещенность изменяется в зависимости от времени суток, наличия облачности, состояния атмосферы и др. На практике, выполняя работы в различных условиях освещения, происходит понимание закономерностей колористического единства изображения.

При нахождении тональных и цветовых отношений первостепенное значение имеет цельное видение, позволяющее правильно определить различие больших плоскостей по цветовому тону, светлоте и насыщенности. Правильно взятые отношения способствуют убедительной передаче конкретного состояния природной среды. Работа ведется на основе правил перспективы. Для установления пространственных планов необходимо проанализировать изменение цвета и очертаний предметов под воздействием воздушной среды по мере удаления.

Разные степени освещенности по-разному воздействуют на чувствительность зрения, повышая, либо понижая ее. При рассеянном свете цвета воспринимаются наилучшим образом. Работая на открытом воздухе в дневное время суток с переменной облачностью, необходимо учитывать влияние резкой смены состояния освещенности на чувствительность зрения. Надо делать паузу до возврата к нужной освещенности и последующей адаптации.

Анализ влияния на объекты изображения освещения и среды важны на начальном этапе работы и в ее процессе. Необходимо уделять внимание взаимодействию цветов в природе и на картинной плоскости, ориентироваться в проявлениях светлотных и цветовых контрастов.

Дидактическая модель обучения рисунку в системе архитектурного образования

Чирко О. К.

Белорусский национальный технический университет

Любой вид человеческой деятельности, связанный с визуальной передачей информации, использует тот графический язык, который наиболее точно передает характер данного вида деятельности

Понимание того, что преподавание рисунка должно быть ориентировано на предстоящую деятельность архитектора, приводит к созданию дидактических принципов обучения рисунку, отличающейся от методики преподавания этой дисциплины при обучении живописцев и скульпторов.

Рисунок архитектора является средством познания композиционных закономерностей архитектурного наследия и строения природных форм, средством развития и совершенствования образного мышления в творчестве.

Рисунок в системе архитектурного образования должен соответствовать следующим требованиям:

- 1) отражать тектонические закономерности реальной архитектуры;
- 2) выявлять связи масштабности архитектуры и адекватного изображения масштабов, пропорций в соответствии с закономерностями построения их на плоскости;
- 3) учитывать зависимость стилевых характеристик и условности изображения пространства, объема;
- 4) демонстрировать соответствие графических средств и формы изображения при решении профессиональных архитектурных задач.

Умение построить любое изображение, в любом ракурсе для архитектора является профессиональной необходимостью.

Таким образом, рисунок совместно с другими дисциплинами закладывает основу для свободного, всесторонне осмысленного решения архитектурно-художественных и конструктивно-строительных задач с учетом реального выполнения их в материале, способствует формированию концептуального мышления.

Эстетические задачи изобразительного искусства

Шаппо К. Ю.

Белорусский национальный технический университет

Назначение эстетики—объяснить искусство, с одной стороны, как высшую эстетическую ценность человека с другой—как специфическую форму общественного сознания. Исследовать идейно-эстетическую сущность искусства, раскрыть значение искусства как неповторимого идейно-эстетического освоения действительности, её специфическое отражение и изображение. Этот вопрос вливается в проблематику содержания формы художественного произведения. Истолкование содержания формы—одна из ключевых задач эстетики. Под содержанием вовсе не подразумевается натуралистическое присутствие действительности в искусстве. Художественное произведение выполняет коммуникативные функции не индифферентно, не натуралистически, а имеет для человека специфическое значение. Этим специфическим значением и занимается эстетика в рамках семантической проблематики искусства. Задача эстетики—выбрать такую семантику, которая во всей полноте оценила бы специфику искусства. Художественное произведение не есть только индифферентная коммуникация. Искусство опосредует действительность и идеи путём их интерпретации, подходя к ним с определённой позиции, с точки зрения интересов человека. Таким образом задача эстетики проанализировать изобразительное искусство и эстетические явления как специфические ценности человека, участвующие в его развитии. Точки соприкосновения с эстетикой в первую очередь имеют следующие виды деятельности: изобразительное искусство, художественная критика, культурная политика и эстетическая жизнь человека. Задачи эстетики применительно ко всем этим областям должны решаться позитивно. Эстетика должна помогать им развиваться и выполнять своё назначение. Например, задачи в сфере изобразительного искусства—прокладывать ему дорогу вперёд, поднимать до уровня, соответствующего его роли в развитии и ориентации человека. Направлять его в соответствии с идейными и духовными потребностями человечества. Эстетика находит применение в повседневной жизни человека, причём не только как одно из мерил его общей образованности и культуры, но и как один из элементов его самопознания. Она неотъемлемо связана с расцветом человеческой личности, с целостностью человека, его гармоническим развитием.

**Тактика действий,
инженерное и техническое
обеспечение в локальных
войнах и вооруженных
конфликтах**

**Активизация учебно-познавательной деятельности
курсантов, слушателей**

Андрукович С. Н.

Белорусский национальный технический университет

Вопросы активизации в обучении относятся к наиболее актуальным проблемам современной педагогической науки и практики. Реализация принципа активности в обучении имеет определенное значение, т.к. обучение и развитие носят деятельный характер, и от качества обучения зависит результат обучения, развитие и воспитание курсантов, слушателей.

Военный вуз, в отличие от гражданского, характеризуется особой интенсификацией учебно-воспитательного процесса, т.к. за период обучения должен дать не только инженерную, но и командную подготовку.

Ключевой проблемой в решении задачи повышения эффективности и качества учебного процесса является активизация учения обучающихся. Ее особая значимость состоит в том, что учение, являясь отражательно преобразующей деятельностью, направлено не только на восприятие учебного материала, но и на формирование отношения обучающегося к самой познавательной деятельности.

Определяющая роль в подготовке офицера принадлежит военному вузу, военной кафедре в которых закладывается умение мыслить категориями достижения победы и формируются черты, отражающие особый характер будущего труда защитника Родины. Вместе с тем излишняя регламентация жизни и быта курсанта может приводить к снижению его личной активности и самостоятельности в усвоении учебных дисциплин. То есть в ходе обучения прослеживаются две противоречивые тенденции: с одной стороны, невозможно подготовить офицера без моделирования в вузе его будущей профессиональной деятельности, а с другой – такое моделирование, может снижать личную активность и инициативность отдельных обучающихся. Разрешение этого противоречия может быть достигнуто реализацией в учебном процессе процедур, обеспечивающих активизацию познавательной деятельности курсантов.

С целью активизации деятельности обучающихся – курсантов в ходе учебного процесса преподавателю необходимо использовать весь арсенал средств, находящихся в его распоряжении: технические средства обучения, дидактические игры, сочетание различных режимов работы на занятии, различные стимулы для говорения (зрительные, слуховые, аудиовизуальные).

Для активизации мыслительной деятельности курсантов полезно, как показывает опыт, внедрять в ход занятия проблемные ситуации и вопросы.

У обучающихся всегда повышается интерес, когда преподаватель ставит проблемные вопросы, связанные с опытом учений войск, примерами из собственной практики.

Активизационный процесс обучения в вузах достигается путем организации аудиторной, внеаудиторной и самостоятельной работы курсантов, вовлечением их в научно-исследовательские кружки (ВНОК), участия в олимпиадах, семинарах, конференциях.

В учебном процессе необходимо учитывать как закономерности восприятия, так и приемы его активизации. Если эффективность восприятия нового материала зависит от предыдущего опыта человека, то это обеспечивается установлением связей между новой информацией и той, что сохраняется в памяти.

Необходимой основой для восприятия и усвоения учебного материала, его перехода в знания является умственная деятельность – мышление, играющее ведущую роль в процессе обучения. Мышление обеспечивает высший уровень познания. И с ним неразрывно связано воображение. Для обеспечения эффективности реализации воображения и мышления в обучении также рекомендуется использовать специальные приемы.

Большую роль в этом играет эмоциональный компонент. Эмоциональное состояние курсанта в процессе обучения является своеобразным индикатором его успешности и, кроме того, играет роль обратной связи.

Таким образом, познавательная активность выражается в том, что все познавательные процессы, эмоции и воля готовы к работе с учебным материалом. Именно использование приемов активизации познавательной деятельности способствует оптимизации обучения и сохранению энергоресурсов организма курсантов, слушателей без насилия над личными желаниями.

В развитии личности будущего специалиста важное значение принадлежит формированию положительных мотивов и действенных целей, поскольку они – важнейшие детерминанты деятельности. Структура мотивов курсанта становится стержнем личности будущего офицера.

**О некоторых аспектах использования передовых технологий
в огневой подготовке на военно-техническом факультете**

Апоян В. Э.

Белорусский национальный технический университет

Использование информационных технологий в обучении огневой подготовке позволяет получить значительную экономию материальных средств, приобрести знания и навыки, практическая отработка которых требует значительных усилий, специальной материальной базы, а порой может быть сопряжена с опасностью и риском для жизни.

Огневая подготовка, являясь составной частью боевой подготовки, оказывает влияние на все стороны жизни и деятельности войск. Она закаливает волю военнослужащих, совершенствует их умение владеть оружием, развивает внимательность, наблюдательность, настойчивость, что способствует соблюдению воинского порядка и укреплению дисциплины.

Компьютерные технологии прочно стали составной частью нашего мира. Одной из них является мультимедиа технология, открывающая совершенно новый уровень отображения информации и интерактивного взаимодействия человека с компьютером.

Понятие «мультимедиа» подразумевает совокупность программных средств, с помощью которых можно объединять аудиовизуальную информацию, графику, анимацию и текст. Для отображения информации используются компьютер (стационарный или ноутбук), проектор (или экран с размерами, позволяющими отобразить информацию для всей аудитории), интерактивные доски и что самое важное – программное обеспечение.

Новое поколение программных продуктов позволяет выполнить мультимедийные работы, создать презентацию, создать объемную модель с минимальными затратами времени, не требует специальных знаний, навыков и подготовки. Интерфейс программ интуитивно понятен, содержит стандартные наборы операций. От человека, работающего с мультимедийными приложениями, требуется проявить творчество, вложить информативную и наглядную часть.

Одним из направлений внедрения в образовательный процесс информационных технологий является использование при обучении теоретического раздела электронных пособий (учебников), а также обучающих и контролирующих программ.

Другим направлением является использование мультимедийного сопровождения (презентаций). Их применение в рамках изучения теоретического раздела дисциплины «Огневая подготовка» позволяет восполнить недостаток образцов учебного оружия, вооружения и техники.

Проблемы воспитания защитника отечества

Блажко Д. В.

Белорусский национальный технический университет

В огромном перечне проблем стоящих перед преподавателями военных учебных заведений все более остро встает вопрос, к чему нужно готовить будущих офицеров – к службе в армии или к защите Отечества.

На самом деле защита Отечества, служба в армии далеко не равнозначные понятия. Тут требуются некоторые пояснения.

Чтобы воины были не только служаками, но и защитниками Отечества, они должны обладать как минимум четырьмя качествами.

Первое – любовь к Родине, а не к начальству. Истинный патриотизм человека состоит не в том, сколько хвалебных слов произнесет он в адрес нашей армии, родной земли, воинской части, а в том, сколько полезного сделает для Отечества бескорыстно, от щедрой души.

Второе – высокая духовность. Духовность – это произведение интеллекта и нравственности человека. Интеллект – это сплав знаний и трудовых навыков в сочетании с умением их применять для достижения поставленных целей. Нравственность – это сумма положительных и отрицательных качеств.

Третье – гражданское мужество, которого так не хватает нам всем, прежде всего офицерам. Гражданское мужество – это готовность человека ради интересов Родины и народа пожертвовать своим служебным положением, а может быть и положением в обществе.

Четвертое – понимание военными служащими сути событий и явлений, происходящих на всех уровнях: от семейных до глобальных. Это требует освоения целостного мировоззрения. На основе мировоззрения формируется миропонимание, затем – оценка событий и явлений, лишь после этого человек принимает решение и действует. Человек, имеющий целостное мировоззрение, правильно понимает суть происходящих событий и явлений, его очень трудно и даже невозможно обмануть и повести по ложному пути.

Патриотизм, высокую духовность, гражданское мужество и целостное мировоззрение необходимо прививать как в военном учебном заведении, так и в семьях. Только тогда мы подготовим настоящих защитников Отечества. В заключении следует подчеркнуть, что выбор военной профессии не по призванию, недостаток общего и военного образования, отсутствие необходимых морально-психологических качеств являются главными причинами служебных и общественных дефектов в офицерской среде, которые, помимо того, что наносят значительный ущерб самой службе, являются помехой в восстановлении престижа профессии офицера, ее привлекательности.

**Совершенствование процесса обучения курсантов
с использованием инновационных технологий**

Борович М. А.

Белорусский национальный технический университет

Анализ современного мирового опыта показывает, развитие обеспечения образовательного процесса, при подготовке курсантов, уже невозможно без современных информационных технологий. Процесс внедрения в войска информационных технологий позволит более качественно и полно обучить тактике и умелому обращению с вооружением и техникой. Все более широкое внедрение информационных технологий является сегодня общемировым явлением. Сегодня современную армию уже невозможно представить без компьютерного оборудования. Одним из приоритетных направлений развития обеспечения образовательного процесса, при подготовке курсантов, является применение всего потенциала учебно-материальной базы воинских частей. Многие руководители зачастую не с полным объемом используют в комплексе, в ходе проведения практических занятий, инновационные технологии и объекты УМБ.

Обучаемых необходимо сразу приучать к взаимной связи теоретической и практической формы обучения. Кроме того, в целях создания условий, максимально приближенным к боевым, необходимо отрабатывать как тактические, так и огневые задачи. С использованием стрелковых тренажеров возможно широкое моделирование различных ситуаций, в ходе которых обучаемые будут практически отрабатывать тактические действия на поле боя, с одновременной тренировкой разведки целей и меткости стрельбы. Так, для обучения стрельбы из автоматов и пистолетов, управления огнем, возможно широкое применение переносных электронных стрелковых тренажеров, таких как «Электронный стрелковый тренажерный комплекс СКАТТ», модели WS-1, WM9, работа которых осуществляется от аккумуляторной батареи ноутбука и используются беспроводные оптические датчики.

Создание системы стимулов и мотивации преподавателя к исследовательской деятельности, развитию творческих процессов, должно быть направлено на достижение положительных результатов в обучении и воспитании обучаемых, в том числе и с использованием инновационных технологий обучения. Актуально так же развивать создание системы, стимулирующей научно-исследовательскую деятельность курсантов.

Современные методы обучения

Витковский А. М.

Белорусский национальный технический университет

Реализация государственной политики инновационного развития не возможна вне активной инновационной деятельности в системе образования. Способность к инновационной деятельности является одной из важнейших характеристик современного образования.

Инновационные технологии сегодня все больше внедряются в практику подготовки военных кадров, проведению научных исследований по повышению качества профессиональной подготовки офицеров. На современном этапе развития военного образования необходимо решительно переходить на новые технологии, использование информационных методов обучения, внедрения в образовательный процесс современных технических средств.

Инновационной можно считать ту деятельность, которая содержит новое решение актуальной проблемы и позволяет достичь качественно новых, более высоких результатов образования.

Современная подготовка военных инженеров требует все большее внедрение в учебно-образовательный процесс новых методов и форм обучения с использованием инновационных технологий.

Одной из таких форм является мультимедиаальная форма обучения, которая предполагает объединение нескольких обучающих средств, сочетание текстовой информации и графических изображений, возможность использования псевдографики, звуковых эффектов, цветовой палитры. Мультимедиаальная система обучения оперативно реагирует на ошибки, оказывает необходимую помощь, выдает промежуточные результаты.

Однако, для эффективного функционирования учебно-методических материалов необходимо сочетание в них традиционных средств обучения (печатных изданий, демонстрационных материалов, видео- и аудио- учебных материалов и т.д.) с инновационными (электронными изданиями, сетевыми учебными материалами, компьютерными обучающими системами в обычном и мультимедийном вариантах и т.д.).

Главными требованиями при показе средств наглядности являются плановость, продуманность и уместность использования; умеренная дозировка предьявляемого материала; умение военного преподавателя работать с техническими средствами обучения; акцентирование внимания курсантов и слушателей на наиболее важных моментах демонстрации; обеспечение единства объяснения и наглядности. Важно избрать правильный темп показа.

Использование в комплексе, со всей программой обучения военных инженеров презентаций, учебных фильмов, виртуальных тренажеров и традиционных средств обучения, позволит у обучающихся выработать более осмысленные морально-боевые и психологические качества, формировать и развивать творческий подход к военно-профессиональной деятельности, создавать максимально-благоприятные условия воспитания у курсантов боевых, профессиональных качеств. Это должно быть заложено в основу разработки системы военно-профессиональной подготовки, которая обеспечивала бы более оперативное реагирование на непрерывное изменение и совершенствование средств вооруженной борьбы, как по своему содержанию, так и по структуре.

Применение компьютеров в образовании привело к появлению нового поколения информационных образовательных технологий, которые позволили повысить качество обучения, создать новые средства воспитательного воздействия, более эффективно взаимодействовать педагогам и обучающимся с вычислительной техникой. По мнению многих специалистов, новые информационные образовательные технологии на основе компьютерных средств позволяют повысить эффективность занятий на 20-30%. Внедрение компьютера в сферу образования стало началом революционного преобразования традиционных методов и технологий обучения и всей отрасли образования.

Совершенствование траншейных землеройных машин инженерного вооружения

Герасимюк А. И.

Белорусский национальный технический университет

На вооружении в частях инженерных войск используются траншейная машина ТМК-2 на базе инженерного колесного тягача ИКТ и БТМ-3 на гусеничной базе АТ-Т, предназначенные для отрывки траншей и ходов сообщения в грунтах 1–4-й категории глубиной до 1,5 м прямолинейного и криволинейного начертаний с отвалом грунта в бруствер по обе стороны траншеи. По своим тактико-техническим характеристикам ТМК-2 и БТМ-3 соответствует современному уровню решения боевых задач.

Поддержание работоспособного состояния траншейных машин является сложной инженерной задачей из-за отсутствия запасных частей, производство которых прекращено.

Модернизация траншейных машин проводится по двум направлениям.

Первое направление предполагает создание новой траншейной машины с сохранением применяемой технологии производства работ и рабочего оборудования. За аналог может быть принята траншейная машина производства России ТМК-3 на базе трактора К-703МВ. Оборудование роторного экскаватора устанавливается на доработанную по стандартам Вооруженных Сил Республики Беларусь модификацию трактора МоАЗ-49011. Привод рабочего органа роторного экскаватора и метателя грунта может осуществляться от ВОМ трактора.

Второе направление предполагает глубокую модернизацию существующей машины. Перспективным является применение электромеханической трансмиссии гусеничных машин различного назначения. В электромеханической трансмиссии установлен генератор на двигателе и тяговые электродвигатели, смонтированные на картерах бортовых передач. Тяговые электродвигатели хорошо приспособлены к нагрузке, изменяющейся в зависимости от условий использования машины.

Возможным направлением модернизации траншейной машины на базе колесного трактора и гусеничной машины является разработка гидравлического привода роторного экскаватора и метателя, предполагающая установку насоса, двух гидромоторов привода лебедки и роторного рабочего органа и метателя. Применение гидравлического привода позволит оптимизировать режимы работы и повысит надежность рабочего оборудования. Из системы привода исключаются: вертикальный редуктор, распределительная коробка, передаточный редуктор, большой и малый карданные валы.

**Влияние физической подготовки на снижение последствий
информационного воздействия на военнослужащих**

Гогонин О. А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из основных путей влияния физической подготовки на поддержание и восстановление боеспособности войск является использование физических упражнений для поддержания физической и умственной работоспособности военнослужащих. Значительные, зачастую максимальные физические нагрузки и психические напряжения, которые приходится испытывать личному составу в процессе современных боевых действий, приводят к существенному снижению военно-профессиональной работоспособности военнослужащих. Наиболее отчетливо это проявляется в ухудшении показателей ведения огня и совершения маневра на поле боя, в снижении быстроты и точности действий при использовании боевой техники и оружия. Степень снижения данных показателей боеспособности военнослужащих в ходе выполнения боевых задач определяется величиной и характером испытываемых нагрузок и напряжений, специальной выучкой, уровнем физической подготовленности, физического развития, состоянием здоровья и другими факторами. При прочих равных условиях важное, а в ряде случаев и решающее значение для сохранения боеспособности воинских подразделений имеет уровень физической подготовленности военнослужащих, достигаемый в процессе занятий по физической подготовке. Так, например, в обычных условиях (в неутомленном состоянии) различий в стрельбе из автомата у военнослужащих, отлично и слабо физически подготовленных, как правило, не наблюдается. Однако под влиянием физических нагрузок и психических напряжений, эти различия достигают значительных величин. При этом меткость стрельбы из автомата у военнослужащих, имеющих слабую физическую подготовку существенно снижается, тогда как у отлично физически подготовленных она почти не изменяется. Физическая подготовка имеет особенно важное значение потому, что объем умственной деятельности личного состава всех родов войск постоянно увеличивается, а у военнослужащих многих специальностей действия, связанные с умственной работоспособностью, составляют основу их боевой работы. В обычных условиях показатели, характеризующие умственную работоспособность лиц с различным уровнем физической подготовленности, существенно не различаются. Однако под влиянием физических нагрузок и психических напряжений показатели, характеризующие память, внимание, качество понимания и запоминания команд и указаний, время и качество подготовки данных, у отлично физически подготовленных военнослужащих почти полностью восстанавливаются, а у слабо физически подготовленных остаются заметно сниженными.

К вопросу управления медицинской службой в современном бою

Грубеляс В. В., Фомин С. А.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

В современном общевойсковом бою значительно возросло значение управления медицинской службой, под которым понимается целенаправленная деятельность начальников медицинских служб, командиров (начальников) военных медицинских частей и подразделений по поддержанию в постоянной боевой готовности военных медицинских частей и подразделений, подготовке их к медицинскому обеспечению боевых действий и руководству ими при выполнении поставленных задач.

Эффективность управления выражается степенью использования потенциальных возможностей управляемых военных медицинских частей и подразделений, других сил и средств в интересах успешного и своевременного выполнения поставленных перед ними задач. **Оперативность управления** заключается в постоянном знании обстановки и быстром реагировании на все ее изменения, в своевременном влиянии на ход боевых действий в интересах достижения успешного выполнения поставленных задач. **Твердость управления медицинской службой** заключается в решительном и настойчивом проведении в жизнь принятого решения и обеспечивается четкой постановкой задач исполнителям, контролем за ходом их выполнения, оказанием помощи, высокой требовательностью к подчиненным. Под **гибкостью управления медицинской службой** понимается быстрое и адекватное реагирование на изменение обстановки, а под **квалифицированностью управления медицинской службой** - глубокое знание руководителем теории и практики медицинского обеспечения. **Устойчивость управления** медицинской службой определяется способностью начальника медицинской службы выполнять свои функции по управлению подчиненными силами и средствами, заключающиеся в постоянном влиянии его на действия сил и средств медицинской службы. **Непрерывность управления** медицинской службой заключается в бесперебойной связи с нижестоящими органами управления медицинской службы. При этом особо важную роль играет устойчивость функционирования технических средств связи. Суть **скрытности** управления состоит в сохранении от противника в тайне принятой системы управления силами и средствами медицинской службы, мероприятий по подготовке медицинского обеспечения соединения в предстоящем бою и по управлению подчиненными в ходе боя. **Рациональное** управление медицинской службой в современном бою может быть достигнуто при выполнении всех рассмотренных требований.

Жайворонок А. Б.

Белорусский национальный технический университет

Система охраны материнства и детства достойно выдержала испытание войной. Огромное количество детей пришлось эвакуировать из прифронтовых районов, а также из тех населенных пунктов, которые подвергались бомбардировкам фашистской авиации. В восточных районах, куда были эвакуированы дети, на органы здравоохранения и государственного обеспечения легла трудная задача обслуживания новых огромных контингентов. Но ни в процессе эвакуации, ни во время нахождения в пунктах временного пребывания на Востоке страны, ни при реэвакуации не имели места неизбежные эпидемии. Страна явила в годы войны невиданную картину санитарно-эпидемического благополучия, особенно в части касающейся детского населения.

Большое место в детском здравоохранении занимали вопросы питания детей. На путях эвакуации, в городах, где сосредотачивались эвакуированные дети, открывались специальные пункты питания и детские столовые. Несмотря на трудности военного времени, дети получали все необходимое для сохранения жизни и здоровья. Мероприятиями по охране детства и материнства в годы Великой Отечественной войны руководила заместитель наркома здравоохранения СССР М.Д. Ковригина.

Война поставила страну под угрозу массовой детской беспризорности и безнадзорности. На устройство детей в тыловых районах, на охрану их здоровья и организацию питания, создания условий для обучения в школе затрачивались огромные средства. Повсеместно создавались детские дома, интернаты, группы продленного дня, детские площадки при школах. Уже осенью 1943 года в Российской Федерации действовало 700 интернатов.

Важную роль в мобилизации государственных органов и сил общест-венности на борьбу с безнадзорностью сыграло Постановление СНК СССР «Об устройстве детей оставшихся без родителей», принятое в январе 1942 года. Для детей воинов Красной Армии и партизан Великой Отечественной войны, а также для детей советских и партийных работников, рабочих и колхозников, погибших от немецких оккупантов, были открыты 459 су-воровских военных училища на 500 человек каждое, 23 специальных ремесленных училища на 400 человек каждое, специальные детские дома на 16 300 мест и дома ребенка на 1 750 мест, 29 детских приемников-распределителей на 2 тысячи человек.

В стране росла сеть детских домов. Уже в 1944 году в них воспитывалось более 500 тысяч детей. В большинстве этих детских учреждений на терри-

тории Российской Федерации были открыты учебно-производственные мастерские для профессиональной подготовки воспитанников.

Война потребовала напряжения усилий от всех граждан страны. Но и в это тяжелое время женщины-матери и дети имели льготы. Сразу же после объявления войны появляется Указ ПВС СССР от 26 июня 1941 года «О режиме рабочего времени рабочих и служащих в военное время», где говорится, что «2. Лица, не достигшие 16 лет, могут быть привлечены к обязательным сверхурочным работам продолжительностью не более 2-х часов в день, тогда как остальные работники обязательно привлекались от 1 до 3 часов в день. 3. Не могут быть привлечены к обязательным сверхурочным работам беременные женщины, начиная с 6-го месяца беременности, а также женщины, кормящие грудью, в течение 6 месяцев кормления». По этому же Указу стали выплачиваться пособия семьям военнослужащим рядового и младшего начальствующего состава.

Исполкомы Советов депутатов трудящихся устанавливали порядок и нормы продажи продовольственных товаров. Так, молоко в городах направлялось преимущественно для обеспечения детей, детских и лечебных учреждений, а нормы снабжения продовольствием детей были приравнены к взрослым нормам.

Уровень детской смертности, начиная с 1943 года, был ниже довоенного, благодаря введению в лечебную практику сульфаниламидных препаратов. В целом война унесла около 1 миллиона детей, рожденных в годы войны.

Меры, предпринятые государством в годы Великой Отечественной войны, не только спасли тысячи женщин и детей от страданий, нищеты, голода и гибели, но подтвердили жизнестойкость института охраны материнства и детства, созданного в довоенный период. Кроме этого в тяжелейшие годы войны произошло некоторое повышение социально-бытового уровня жизни женщин.

Среди законов и постановлений правительства, касающихся охраны материнства и младенчества, самым значимым стал Указ ПВС СССР от 8 июля 1944 года «Об увеличении государственной помощи беременным женщинам, многодетным и одиноким матерям, усилению охраны материнства и детства, об установлении почетного звания «Мать-героиня» и учреждении ордена «Материнская слава» и медали «медаль материнства». Этот указ на многие годы определил социальную политику государства в сфере охраны матери и ребенка. Он стал законодательной базой в деле охраны материнства и детства.

О некоторых аспектах принципов общевойскового боя

Жаркевич Л. Л.

Белорусский национальный технический университет

В военном искусстве, теории тактики есть свои основополагающие категории: законы, закономерности и принципы. Хотя руководство войсками в бою не приемлет жестких нормативов, однако это вовсе не означает, что здесь нет правил. Они есть и отражены в выработанных многовековой практикой принципах военного искусства, пренебрежение которыми, как показал боевой опыт, неизбежно приводит к ошибкам, просчетам и даже к поражению, и, напротив, знание и умелое воплощение их в практической управленческой деятельности обеспечивают успех.

В Вооруженных Силах Республики Беларусь к основным принципам боя могут быть отнесены: постоянная боевая готовность подразделений и воинских частей; решительность, активность и непрерывность ведения боя; согласованное применение подразделений родов войск и специальных войск и поддержание непрерывного взаимодействия между ними; внезапность действий и применение военной хитрости (обман противника); решительное сосредоточение усилий на главном направлении и в решающий момент; маневр подразделениями, ударами и огнем; своевременное восстановление боеспособности подразделений, всестороннее обеспечение боя; полное напряжение моральных и физических сил, использование морально-психологического фактора в интересах выполнения боевой задачи; твердое и непрерывное управление подразделениями.

В последнее время к числу принципов боя стали относить такой: «соответствие боевых задач частей и подразделений их боевым возможностям». Этот принцип требует тщательной оценки обстановки, учета качественного состояния сил и средств, а также степени боевой выучки войск, подготовленности командиров и штабов, наличия боевого опыта личного состава.

Таким образом можно сделать вывод, что сложившаяся в настоящее время классификация принципов боя не есть застывшая конструкция – это всего лишь очередная ступенька в развитии тактики. Принципы надлежит обогащать новым опытом, постоянным поиском наиболее эффективных путей реализации их требований на практике с учетом изменяющихся условий современного, объемного, многомерного, наземного боя, а также применения новых средств вооруженной борьбы, когда электроника, робототехника, компьютеры все более властно вторгаются во все сферы управленческой деятельности командира и штаба.

**О некоторых вопросах квартирно-эксплуатационного обеспечения
Вооруженных Сил Республики Беларусь**

Зорин И. В.

Белорусский национальный технический университет

Квартирно-эксплуатационное обеспечение, как одна из составляющих тылового обеспечения, оказывает существенное влияние на боеспособность подразделений Вооруженных Сил. Одной из задач, решаемых строительно-эксплуатационными органами Вооруженных Сил Республики Беларусь, является поддержание в работоспособном состоянии казарменно-жилищного фонда и инженерных сетей в военных городках, путем выполнения мероприятий по техническому обслуживанию. Эти мероприятия могут осуществляться двумя способами: силами собственного эксплуатационного персонала из штата воинской части, либо же по договорам технического обслуживания сторонними подрядными организациями. В обоих случаях можно выделить как преимущества, так и недостатки. В том случае, когда обслуживание осуществляется силами собственного эксплуатационного персонала из штата воинской части, обслуживанием, соответственно, занимается постоянный персонал. Среди недостатков выполнения работ по техническому обслуживанию силами собственного эксплуатационного персонала из штата воинской части можно отметить тот факт, что собственными силами эксплуатационный персонал воинской части может выполнить лишь часть работ. Если же обслуживание осуществляется сторонними подрядными организациями по договорам технического обслуживания, то в роли подрядчиков, как правило, выступают организации, которые имеют в своем штате специалистов для выполнения всех необходимых работ по техническому обслуживанию. Однако, стоимость работы по техническому обслуживанию, выполняемых подрядной организацией, гораздо выше, нежели затраты на выполнение работ по техническому обслуживанию силами собственного эксплуатационного персонала из штата воинской части. Анализ расходования денежных средств на выполнение работ по техническому обслуживанию показывает, что в случае перехода от выполнения работ по техническому обслуживанию сторонними организациями к выполнению таких работ собственными силами воинских частей, затраты на техническое обслуживание удастся снизить как минимум в три раза. В качестве универсального варианта, альтернативного обоим приведенным в статье, предлагаю рассмотреть вариант создания эксплуатирующей организации с сетью филиалов, которая будет укомплектована всеми необходимыми специалистами и техникой, и основной задачей которой будет являться выполнение работ по техническому обслуживанию на объектах воинских частей Вооруженных Сил Республики Беларусь.

**Организация контроля
за ходом выполнения строительно-монтажных работ
на объектах строительства и ремонта в Вооруженных Силах
Республики Беларусь в условиях развития концепции IT-государства**

Зорин И. В.

Белорусский национальный технический университет

Одной из задач тылового обеспечения войск, стоящих перед командирами воинских частей, является качественная приемка выполненных строительно-монтажных работ на объектах строительства в воинских частях.

Для получения возможности оперативного принятия управленческих решений, возникла необходимость в пересмотре и реформировании системы управления проектами в строительстве, поиск и внедрение в производство новых организационно-технологических решений с учетом использования передовых технологий.

Одним из способов уменьшения стоимости строительства и сокращения его сроков является использование BIM-технологий на всех стадиях жизненного цикла объекта строительства. В переводе с английского языка аббревиатура BIM расшифровывается как Building Information Model, и переводится как информационная модель здания.

Суть данной технологии состоит в том, что проектирование и строительство объекта осуществляется в единой информационной системе, обмен данными в которой между участниками проекта происходит напрямую и в реальном времени, что позволяет мгновенно принимать необходимые решения и, тем самым, сократить продолжительность и стоимость строительства.

Следует отметить, что BIM-технологии активно внедряются и используются в различных странах во всем мире. Этот опыт зарубежных коллег-строителей следует и нам перенимать как можно быстрее, поскольку таким образом удастся значительно сэкономить бюджетные средства и время на производство строительной продукции.

Козел Д. А.

Белорусский национальный технический университет

На вооружении инженерных войск Вооруженных сил Республики Беларусь пока еще остаются станции очистки разработанные еще в советское время. Их работа основана на реагентном методе, при котором исходная вода подавалась в резервуары, куда для обеззараживания добавляли реагенты, хлорсодержащие и прочие вещества. После оседания всех веществ вода поступала на фильтровальные станции.

В середине 1990-х годов, в Центральный научно-исследовательский испытательный институт (ЦНИИИ) инженерных войск Министерства обороны России были разработаны системы очистки воды, основанные на новых физических принципах. В новой линейке средств полевого водообеспечения, принятых на вооружение используется современная технология мембранной очистки, когда вода сразу непосредственно подаётся на мембранные элементы, где проходит многоступенчатую систему очистки, а затем поступает потребителю. Все станции по очистке воды мобильны, рассчитаны для работы в полевых условиях и способны давать гарантированно качественную воду из любого источника с любой степенью загрязнения.

В настоящее время используются следующие средства для добычи и очистки воды. Это резервуары для накопления воды, индивидуальные фильтры ИФ-10, входящие в экипировку «Ратник», переносные водоочистные станции ПВО-300, рассчитанные на батальон, высокопроизводительные станции комплексной очистки воды СКО-10 (полк-бригада), дающие 10 кубометров воды в час каждая, а также мобильные комплексы консервирования воды МККВ-400, позволяющие не только очищать воду, но и расфасовывать её по бутылкам (400 бутылок в час) со сроком хранения до года.

Разработанные и принятые на вооружение новейшие средства добычи и очистки воды не раз эффективно применялись и во время боевых действий на Северном Кавказе, в Сирии и при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, в том числе на Дальнем Востоке. Особенно хорошо себя зарекомендовали станции комплексной очистки воды СКО-10, ещё раз подтвердив надёжность мембранной технологии и мобильные комплексы консервирования воды МККВ-400.

Основные функции физической подготовки войск

Кончик Н. А

Белорусский национальный технический университет

Физическая подготовка как составная часть системы боевого совершенствования войск должна обеспечивать физическую готовность военнослужащих к боевой деятельности, т.е. формировать и поддерживать на требуемом уровне показатели их физического развития, функционального состояния организма и физической подготовленности. Кроме того, в процессе физической подготовки у личного состава формируются соответствующие убеждения и потребности, а также специальные знания и умения, необходимые для целенаправленного и рационального физического совершенствования.

Функции – это те или иные возможности, которыми обладает физическая подготовка по воздействию на личный состав, по влиянию на соответствующие стороны процесса боевого совершенствования войск и достижения каких-либо конкретных результатов. Физической подготовке войск объективно присущи такие основные относительно самостоятельные функции, как образовательная, развивающая, воспитательная, оздоровительная и слаживающая. Они вытекают из специфики педагогических и иных возможных воздействий физической подготовки на личный состав.

Образовательная функция включает формирование и совершенствование у военнослужащих двигательных навыков, привитие им теоретических знаний и организаторско-методических умений, а также совершенствование различных военно-специальных знаний, навыков и умений.

Развивающая функция подразумевает улучшение у военнослужащих антропометрических показателей, развитие и совершенствование физических и специальных качеств.

Воспитательная функция включает совершенствование морально-волевых и психических качеств, воспитание у военнослужащих убежденности в важном значении физической подготовки для повышения боеспособности войск, формирование потребности в систематически занятиях физическими упражнениями.

Оздоровительная функция включает улучшение функционального состояния организма военнослужащих, укрепление их здоровья, закаливание, восстановление работоспособности после ранений, болезней, травм и различных поражений.

Слаживающая функция включает сплочение личного состава воинских подразделений, формирование и совершенствование у военнослужащих навыков в коллективных действиях.

Вышеперечисленные функции в той или иной мере присущи и другим составным частям системы боевого совершенствования войск, другим предметам боевой подготовки военнослужащих. Поэтому их выделение дает возможность рассмотреть значение физической подготовки преимущественно в общетеоретическом плане. Оно не позволяет дифференцировать все функции физической подготовки по степени их значимости с учетом специфики и реальных возможностей процесса физического совершенствования военнослужащих.

Все функции физической подготовки подразделяются на две группы:

- специфические, отражающие необходимость формирования всех показателей физической готовности военнослужащих к боевой деятельности;
- неспецифические, направленные, во-первых, на совершенствование других слагаемых боеготовности личного состава и, во-вторых, на подготовленность военнослужащих к цивилизованному образу жизни.

Такое деление функций дает возможность рассмотреть значение физической подготовки в конкретно прикладном смысле и сформулировать ее конкретные задачи, являющиеся субъективным отображением соответствующих функций. Функции физической подготовки реализуются с учетом направленности различных этапов военно-профессиональной деятельности военнослужащих, в зависимости от уровня сформированности соответствующих показателей их боевого состояния. В связи с этим на первый план могут выдвигаться то одни, то другие функции. Однако всегда главным для физической подготовки будет осуществление специфических функций, так как именно они определяют ее основное предназначение как составной части системы боевого совершенствования войск, обуславливают самостоятельное ее функционирование в качестве одного из основных предметов боевой подготовки личного состава.

Модульный принцип построения насосных установок гидравлических приводов машин инженерного вооружения

Котлобай А. Я., Котлобай А. А.

Белорусский национальный технический университет

В системах отбора мощности на привод рабочего оборудования машин инженерного вооружения широкое применение получили насосные установки постоянного объема и регулируемые на базе аксиально-поршневых и шестеренных гидромашин. Шестеренные гидромашин обладают минимальными значениями удельной массы и удельной стоимости (отношение массы и рыночной стоимости гидромашин к ее объему). При существующей концепции регулирования объема аксиально-поршневой гидромашин – изменения хода поршней посредством изменения угла наклона шайбы, либо блока цилиндров, конструкции регулируемых аксиально-поршневых гидромашин и постоянного объема существенно различаются, удельная масса и удельная стоимость увеличивается.

Авторы рассмотрели возможность модульного построения однопоточных и двухпоточных насосных установок регулируемого эффективного объема для работы в открытом и закрытом гидравлических контурах на базе однопоточного насоса постоянного объема и гаммы, легко монтируемых, гидрораспределительных модулей, каждый из которых реализует заданный алгоритм управления.

В качестве однопоточных насосов могут быть использованы любые типы гидромашин постоянного объема: шестеренные, аксиально-поршневые с наклонной шайбой и наклонным блоком цилиндров, аксиально-поршневые с неподвижным блоком цилиндров, радиально-поршневые и т. д.

Гидрораспределительный модуль однопоточного насоса обеспечивает дискретизацию потока рабочей жидкости всасывающей и напорной магистралей и перераспределение потоков между магистральями; двухпоточного насоса снабжен двумя каналами управления: первый канал управления обеспечивает дискретизацию потоков рабочей жидкости всасывающей и напорной магистралей и перераспределение потоков между магистральями, второй канал управления – перераспределение потоков между двумя всасывающими и напорными магистральями.

Модульный принцип формирования насосных установок позволит создавать типоразмерные ряды регулируемых одно и двух поточных насосных установок. Модульный принцип формирования насосных установок не требует радикального пересмотра сложившихся технологий производства гидромашин.

**Формирования объемной гидравлической передачи
на базе шестеренной насосной установки**

Котлобай А. Я., Котлобай А. А.

Белорусский национальный технический университет

В рамках развития систем приводов ходового оборудования колесных и гусеничных машин находят применение объемные гидравлические передачи с внутренним разветвлением потока мощности (ОГП), создаваемые на базе аксиально-поршневых гидромашин с наклонным диском. При анализе показателей материалоемкости и удельной стоимости насосов выявлено, что минимальной материалоемкостью и удельной стоимостью обладают шестеренные гидромашинны.

Одним из возможных направлений активизации работ по созданию гаммы ОГП является возможность использования шестеренной насосной установки в составе шестеренного насоса постоянного объема и гидрораспределительного модуля, обеспечивающего изменение эквивалентного рабочего объема и реверсирование потока рабочей жидкости насоса. При разработке основных концепций формирования гидрораспределительных модулей авторами предложен мало энергоемкий способ регулирования эквивалентного рабочего объема, состоящий в дискретизации потоков рабочей жидкости шестеренного насоса постоянного объема – всасывающей и напорной магистралей и перераспределение потоков между магистралями.

Состав структуры ОГП включает шестеренную насосную установку, аксиально-поршневой гидромотор постоянного объема с вращающимся блоком цилиндров и наклонной шайбой с цапфенным распределителем, планетарный редуктор. Рассмотрены варианты связи приводного вала шестеренного насоса с блоком цилиндров, либо с наклонной шайбой, и ведомого вала с наклонной шайбой, либо блоком цилиндров. Предварительный анализ показал, что изменение вариантов связи данных структурных единиц не оказывает влияния на диапазон изменения передаточных чисел ОГП.

Рассмотрены варианты установки планетарного редуктора в линии связи структурных элементов гидромотора, и приводного, либо ведомого валов ОГП. Анализ показал, введение планетарного ряда в структуру ОГП обеспечивает достижение диапазона передаточных чисел, применяемых в трансмиссиях современных колесных и гусеничных инженерных машин. Установка планетарного редуктора в линию связи приводного вала и структурных элементов гидромотора предпочтительна и обеспечивает необходимый диапазон передаточных чисел при малом объеме насоса.

Роль инженерных войск Советской Армии в Победе над фашистской Германией

Культиясов В. К.

Союз ветеранов инженерных войск Республики Беларусь

К 1 июля 1941 года Западный фронт имел всего 5 инженерных батальонов, да и они использовались командованием как пехота. Ставка Верховного Главнокомандующего срочно принимает меры по усилению Западного фронта инженерными войсками. Уже в начале июля под Оршу направляется 4 подвижных отряда заграждения на автомобилях в составе по 2 инженерно-саперных батальонов каждый с 6 000 противотанковых мин и 35 т взрывных веществ. Только со 2 по 10 июля они установили 78 противотанковых минных полей, на которых подорвалось 39 немецких танков и 46 бронетранспортеров, а также уничтожили 65 важных мостов. К 1 августа на Западном фронте сражалось уже 36 инженерно-саперных батальонов, но для успехов этого было недостаточно, и немцы продолжали наступать. К 1942 году на всем нашем фронте храбро и умело воевало 960 инженерных батальонов, а в начале 1945 года – 1 042 инженерных батальонов. Под умелым руководством заместителей командующих фронтами по инженерным войскам, таких как генералы, Герои Советского Союза: Хренов А.Ф., Котляр Л.З., Прощяков А.И., Галицкий И.П. и другие – штабы и войска научились грамотно организовывать инженерное обеспечение боя и операции, а инженерные войска приобрели огромный бесценный опыт, показали образцы массового героизма и мужества при выполнении боевых задач. Саперы наступали всегда впереди войск, а саперы-штурмовики еще и в стальных панцирях штурмовали самые укрепленные объекты, крепости и города. Наиболее трудным наступлением, когда войска несли самые большие потери, было форсирование широких рек. Поэтому Верховный Главнокомандующий 9 сентября 1943 года приказал: за форсирование широких рек, таких как Днепр ниже по течению города Смоленск, присваивать звание Героя Советского Союза отличившимся офицерам и солдатам. Единственный в Советской Армии пример героизма показал инженерно-саперный взвод лейтенанта Василия Швеца, который за форсирование Днепра получил сразу 7 Героев Советского Союза! А всего саперов и понтонеров за Днепр Героев получило 296. Инженерные войска под влиянием войны постоянно совершенствовали свою организацию и вооружение. Саперные армии переформировались в мощные армейские, фронтовые, резерва Верховного Главнокомандующего и штурмовые бригады, а также понтонно-мостовые бригады и полки. На вооружении появились лучшие в мире понтонные парки, танки-тральщики, огнеметные танки и различные средства механизации трудоемких работ.

Расходы на оборону как фактор обеспечения национальной безопасности

Липень М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Беларусь – одна из самых миролюбивых стран в регионе. В то время как все соседние государства в 2015 году наращивали расходы на оборону, Беларусь снижала. Причем, расходы на оборону в Беларуси сокращаются как в реальных цифрах, так и в сопоставимых пропорциях от ВВП. В 2016 году Беларусь потратила 724 млн долларов, что составило 1,2 % от ВВП. В 2014 году эта сумма составляла 1 млрд. 11 млн. долларов и 1,3 % от ВВП.

Мировые военные расходы в 2016 году составили 1,7 триллиона долларов и выросли на 1% по сравнению с 2015 годом. До этого на протяжении четырех лет наблюдался тенденция снижения данного вида затрат.

В Беларуси самый низкий уровень затрат на оборону в перерасчете на душу населения. В прошлом году в нашей стране, на человека приходилось 76 долларов, израсходованных на военные нужды.

Сокращение расходов на оборону вызвано, прежде всего, состоянием экономики, социально-политической ситуацией в стране.

Расходы на оборону – это наш торговый потенциал и предмет торга. Александр Лукашенко при встречах с Президентом Российской Федерации неоднократно упоминал о льготах, преференциях, косвенно говоря, что получив выгодные условия с Россией, Беларусь сможет увеличить свой потенциал в укреплении обороны в рамках Союза Беларуси и России.

Кроме того, главный вклад, который вносится Вооруженными Силами, заключается в стимулировании развития науки, технологий, образования, что пока не находит должного понимания в большинстве общественных и государственных структур, в том числе в СМИ.

Следовательно, интеллектуальная роль ВС может стать еще более значительной, поскольку их развитие, по-прежнему, будет требовать возрастающего вклада именно интеллектуальных технологий – предельно высоких по их предназначению.

В связи со сказанным, представляется обоснованным рекомендовать, с целью оздоровления и оживления экономики Республики Беларусь, постепенное увеличение доли расходов на оборону с 0,93 % ВВП в 2017 году до 1,3–2 % в 2019 году при сохранении нынешней численности ВС.

Методы формирования профессиональной направленности личности курсантов-финансистов

Липовка Ю. Ф.

Белорусский национальный технический университет

На этапе отбора кандидатов для поступления основным методом формирования профессиональной направленности личности является информирование. Популярный источник сведений о специальности – информационные буклеты, содержание которых наполнено поверхностными отрывочными данными об особенностях их воинской профессии. Как результат – представление курсантов-выпускников до поступления в ВУЗ о профессии военного финансиста не соответствует фактическому содержанию реальной финансовой деятельности.

Продолжением формирования профессиональной направленности личности будущих специалистов является применение методов исследования структуры профессиональных склонностей. Установлен избирательный, по сути – единичный характер применения метода.

Особое значение для качественной подготовки будущих военных финансистов имеют инструменты формирования профессиональной направленности личности в ходе проведения учебных, научных и воспитательных мероприятий, в том числе: разработка учебных заданий на практические занятия, исходя из реальной практики деятельности финансовых органов; проведение занятий по спецдисциплинам в виде деловых игр; проведение занятий по спецдисциплинам высококвалифицированными профессионалами-финансистами по соответствующим направлениям; применение программного обеспечения, используемого в реальной деятельности финансовой службы и др.

Результативность данных методов подтверждается высокими результатами текущей аттестации по спецдисциплинам и итоговой аттестации по итогам обучения, сведениями письменных отзывов командиров воинских частей, отзывами выпускников.

Изучение структуры и содержания методов формирования профессиональной направленности личности курсантов-финансистов указывает на наличие потенциала в расширении диапазона применяемых методов на предварительной и предметно-практической стадиях профессиональной ориентации, развитии технологий применения методов в подготовительный период профессиональной ориентации, указывает на необходимость их дальнейшей систематизации, подбора и модификации методов формирования профессиональной направленности личности курсантов экономического профиля.

**Основные направления модернизации танка Т-72
для ведения боя в городских условиях**

Макаревич М. В.

Белорусский национальный технический университет

Бой в городе может привести к огневому поражению большого количества собственных сил и средств. Так как возникает проблема ограничения проведения огневой поддержки войск и тем самым значительная часть солдат может быть уничтожена врагом из-за отсутствия или недостаточности огневой поддержки.

План огневой поддержки может также включать применение танков, БМП, БТР, вооружения пехоты, которые будут вести огонь прямой наводкой.

В уличных боях танки перемещаются вдоль улиц под защитой пехоты, которая производит зачистку местности и не позволяет применять противнику противотанковое оружие. Танки, в свою очередь, поддерживают пехоту огнем и могут применяться для проделывания проходов в завалах, при оснащении их бульдозерным оборудованием.

Однако танки, самоходная артиллерия и боевые машины уязвимы в городских условиях, так как их движение ограничено городскими улицами, что позволяет противнику организовывать засады и вести огонь по наиболее уязвимым точкам боевой техники с близкого расстояния. Значительным недостатком применения танков в городе является наличие «мертвых зон» при стрельбе из орудий.

В свою очередь, страны, имеющие на вооружении самый массовый основной боевой танк второго поколения Т-72 могут не беспокоиться о том, что делать с устаревающей техникой и переходом военных действий из полей в урбанистические условия. Создатели танка – российская корпорация «Уралвагонзавод» – придумали, как модернизировать Т-72 для эффективного ведения боя в условиях города.

Как отмечают разработчики танков, комплекты защиты для городского боя делают и в США, и в Германии для танков Leopard-2, и во Франции для Leclerc, и в Великобритании для танка Challenger 2.

Таким образом, учитывая опыт войн и вооруженных конфликтов последних лет можно сделать вывод, что в ближайшей перспективе многие страны, производители танков, будут выпускать свою боевую технику максимально адаптированную для ведения боевых действий в городских условиях.

Оценка психофизиологического состояния управляющего персонала

Макаров В. В.

Белорусский национальный технический университет

Организм человека, необходимо рассматривать как динамическую систему, которая непрерывно приспосабливается к условиям окружающей среды путем изменения уровня функционирования отдельных систем и соответствующего напряжения регуляторных механизмов. Изменение состояния оператора на дистанционное воздействие было определено однозначно. По сообщениям зарубежной печати в США с 1996 года планировались исследования, направленные на создание так называемой биоэлектронной кабины, под которой понимают систему, объединяющую биологический организм (летчика) и ЭС (бортовая экспертная система) в единое целое. Особенность кабины – наличие биокibernетической системы контроля психофизиологических параметров летчика, которая по давлению крови, графику дыхания, положению головы и рук на органах управления, по интонации голоса определяет, насколько тяжело ему переносить перегрузку, находится ли он в стрессовом состоянии и не потерял ли сознание. С помощью этой системы осуществляется динамическое распределение функций между летчиком и ЭС. Например, в случае возникновения стресса ЭС автоматически возьмет часть задач на себя, снижая информационную нагрузку летчика. При потере летчиком сознания ЭС выполнит соответствующий маневр выхода из боя, выведет самолет в безопасную зону и переведет его в горизонтальный полет. Если же произойдет отказ ЭС, то летчик получит сообщение об этом одновременно с перечнем задач, которые остались невыполненными. В целях создания системы контроля состояния летчика уже разработаны биокibernетические методы, основанные на применении устройств наблюдения за электрическими и магнитными проявлениями деятельности мозга. Создано встроенное в шлем летчика устройство для снятия электроэнцефалограмм, разрабатывается устройство для записи магнитоэнцефалограмм. В разработках авиации пятого поколения всё чаще звучит термин «интеллектуализация борта». Чаще всего под этим понимают высокую взаимосвязь бортовой системы управления с лётчиком (оператором системы). Это позволяет оказывать помощь расчёту в условиях максимальной информационной перегрузки. Последние разработки фирмы имени М. Л. Миля, направленные на создание образцов пятого поколения, включают в себя и «интеллектуальную кабину». По отрывочным сведениям можно сделать вывод о том, что такая кабина это полное взаимодействие системы управления и лётчика на всех этапах боевой работы вплоть до спасения экипажа в случае его недееспособности.

**Качество образования – путь экономического
и политического развития Республики Беларусь**

Миронов Д. Н.

Белорусский национальный технический университет

Проблема организации и развития образования во все времена и во всех государствах являлась одной из приоритетных и стратегических задач, вне зависимости от их политического, экономического и религиозного устройства. Не зря существует выражение: «Если хочешь уничтожить страну – уничтожь в ней систему образования». Учитывая трудности и проблемы в образовательном процессе, разработаны рекомендации по повышению престижа диплома первой ступени высшего образования на территории республики и за ее рубежом, а также алгоритм получения дипломов об окончании среднего и высшего образования: 1. Предоставление ВУЗам самостоятельности, связанной с определением норм всех видов нагрузок: учебной, методической, научной. 2. Уменьшить количество высших учебных заведений. Закрыть специальности, на которых нет спроса на территории РБ и за ее рубежом. 3. Введение двух этапов получения диплома первой ступени высшего образования. С установлением жестких критериев численности обучаемых и набранных баллов на каждую специальность. 4. Сохранение и усиление фундаментальности образования как базового и безусловного процесса в высшем и прежде всего – университетском образовании. 5. Обязательная регистрация или закрытие интернет – сайтов предоставляющих обучаемым рефераты, курсовые, дипломы, РГР в электронном виде. 6. Создать необходимые условия для развития научных исследований в государственных университетах. Для этого увеличить финансирование университетов минимум в 3 раза. Создать условия для функционирования и развития научных школ по приоритетным научным направлениям. 7. Запретить совместительство для сотрудников ВУЗов и СУЗов, соразмерно увеличив оплату его деятельности.

За наукой и образованием – будущее. Белорусское образование продолжит эволюционировать в соответствии с изменяющимися демографическими, технологическими и социальными факторами. Внешние политические и экономические процессы будут периодически «встряхивать» систему образования. Беларуси нужны конкретные, практикоориентированные мероприятия позволяющие повысить качество и престиж I ступени высшего образования. Внедрение в систему образования указанных выше мероприятий и алгоритма получения дипломов о высшем и среднем образовании позволит повысить престиж белорусского высшего образования как на территории республики, так и за ее рубежом.

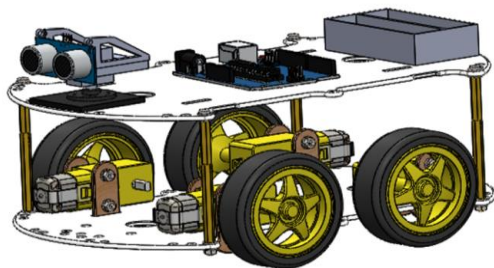
Создание роевой мехатронной системы для поиска оптимального и безопасного маршрута, и нанесения его на карту

Миронов Д. Н., Сидорук Д. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время автономные наземные и летательные аппараты (роботы) широко используются для различных задач, которые традиционно решались с помощью человеческих ресурсов: разведки, построения карты местности, патрулирования, видео- и фотосъемки, доставки или переноса грузов, в том числе в сценариях, где работа человека может представлять опасность (шахты, спасательные операции и т. д.). Большинство существующих работ рассматривают задачу исследования статической территории – то есть территории, где ориентиры, используемые роботами для локализации. В реальном мире в большинстве сценариев территория является динамической – то есть изменяется так, что за время картирования накапливаются изменения, которые должны учитываться роевой мехатронной системой.

Разработана особь роевой мехатронной системы (рисунок), произведен расчет и определены предельно-допустимые нагрузки и деформации силового набора элементов. Разработан алгоритм и код, с помощью которого мехатронная особь перемещаясь по пересеченной местности, поддерживая связь (строй) с другими мехатронными особями роя, обнаруживает препятствия, преодолевает их, наносит на карту местности 3) и сообщает данную информацию другим членам роя.



Мехатронная особь

Разработанная роевая мехатронная система позволяет в кратчайшие сроки создавать карты местности и создавать оптимальные маршруты движения. Установка на мехатронные устройства индукционных миноискателей позволит обнаруживать взрывоопасные предметы, наносить их на карту местности и вносить поправки в маршрут движения.

Нарышкин И. М.

Белорусский национальный технический университет

В начале XXI века произошли глубокие перемены в системе международных отношений. На смену вероятности возникновения крупномасштабной войны, которая в обозримой перспективе весьма невелика, пришел целый ряд новых угроз и вызовов.

Опыт ведения боевых действий в вооруженных конфликтах, антитеррористических операциях показал, что после окончания активных действий возникла еще одна довольно серьезная проблема – проблема гуманитарного разминирования

В свою очередь, многообразие ВОП и физико-географические условия также оказывают существенное влияние на выполнение задач гуманитарного разминирования. Из всего многообразия ВОП наибольшую опасность и наибольшую сложность поиска и обезвреживания, представляют: - инженерные противопехотные, противотанковые, противотранспортные и специальные мины, мины-ловушки и самодельные взрывные устройства, взрыватели которых переведены в боевое положение с отработавшим механизмом дальнего взведения; - снаряды, гранаты и выстрелы к ствольным артиллерийским системам калибров 20–203,2 мм, минометные мины калибров 81–160 мм, прошедшие канал ствола; - авиационные боеприпасы со снятыми ступенями предохранения; - ручные противопехотные и противотанковые гранаты без предохранительных чек; - фрагменты ракетно-артиллерийских и авиационных боеприпасов, могущие содержать остатки ракетного топлива в камерах сгорания стартовых ускорителей, маршевых двигателей и двигателей коррекции; - все виды взрывателей и окончательно снаряженных боеприпасов (с свернутыми взрывателями), подвергшихся воздействию ударных нагрузок в результате взрывов складов боеприпасов, аварий транспортных средств, падения боеприпасов (в том числе и в укладочных ящиках) с высоты более 1,5–3 м на твердую поверхность; - взрыватели и окончательно снаряженные боеприпасы со следами значительной коррозии.

Практически во всех странах мира признали существование проблемы гуманитарного разминирования и уже приступили к практическому поиску новых решений, связанных в первую очередь с внедрением результатов работ и исследований в области ультразвука, акустических сигналов звуковой частоты, сейсмических волн и радиоэлектронного оружия в практику разминирования возможно.

Нестандартные способы маскировки

Нарышкин И. М.

Белорусский национальный технический университет

Маскировка является одним из основных видов боевого обеспечения. Она организуется с целью скрытия своих войск, достижения внезапности действий подразделений, сохранения их боеспособности и введение противника в заблуждение относительно их реальных действий. В вооруженных конфликтах последних лет маскировка широко и успешно применялась всеми противоборствующими сторонами. Анализ показывает, что при выполнении мероприятий маскировки в этих конфликтах зачастую применялись нестандартные способы скрытия и имитации.

Таковыми нестандартными способами явились: - использование поврежденной боевой техники для оборудования огневых точек, скрытного расположения снайперов, автоматчиков, гранатометчиков, оборудования ложных позиций; - установка ложных противопехотных минных полей, где вместо мин применялись предметы, визуально схожие с инженерными минами; - имитация действий разведки по выбору и подготовке маршрута выдвижения колонн по ожидаемому противником пути; - оборудование из местных материалов вертикальных масок, валов из камней и грунта для скрытия огневых точек, маневра личного состава и техники на открытых участках местности; - засветка ИК приборов наблюдения и ведения огня противника с применением прожекторов; - использование аэрозольных (дымовых) гранат с использованием средств дистанционной установки аэрозольных завес; - создание пылевых завес с использованием подручных порошкообразных материалов; - имитация огневых позиций подразделениями на войсковых объектах и объектах охраны с применением макетов личного состава и огневых средств из местных материалов; - для противодействия ведению прицельной стрельбы противником в ночных условиях применение засветки различными средствами: осветительные ракеты и снаряды, осветительные пиропатроны, прожектора, очаги открытого пламени, с их защитой от поражения огнем стрелкового оружия.

Таким образом, наряду с попытками использования всевозможных высокотехнологичных новинок, в первую очередь, совершенствуются некоторые приемы скрытия и имитации, и как показывает опыт ведения вооруженных конфликтов, существенно повышает живучесть, внезапность действий своих подразделений и снижает эффективность применения огневых средств противника.

Педагогическое мастерство преподавателя

Петренко С. В.

Белорусский национальный технический университет

Педагогическое мастерство нельзя приобрести, прослушав курс педагогических и психологических дисциплин. Педагогическому мастерству нельзя научить, но можно научиться. Так что же такое педагогическое мастерство?

Повышение педагогического мастерства преподавателя неразрывно связано с совершенствованием его педагогической деятельности. Основными циклами развития педагога в процессе самостоятельной деятельности являются: освоение профессии и ее совершенствование; утверждение и проверка системы педагогической работы; обобщение и передача педагогического опыта; подведение итогов. Как нетрудно заметить, совершенствование в деятельности занимает важнейшее место в данных циклах. Проектировочные умения педагога связаны с перспективным планированием. Известно, что такой работой занимаются далеко не все педагоги, тем не менее, владение проектировочными умениями необходимо всем преподавателям. Неумение соотносить задачи конкретных занятий с конечными целями программы, недостаточно четкое представление конечных результатов обучения ведет к тому, что преподаватель замыкается на решении чисто локальных задач. Нельзя оставить без внимания и коммуникативные качества педагога: постановка голоса, мимика и пантомимика, управление эмоциями, настроением и т.д. К желательным качествам причисляют артистичность, чувство юмора, общительность. Осознанное управление которыми подразумевает высокий уровень педагогического мастерства педагога.

Для совершенствования педагогического мастерства необходимо: – усвоить требования к личностным и профессиональным качествам преподавателя; – формировать устойчивую мотивацию к совершенствованию педагогического мастерства; – осуществлять групповые и показательные занятия для передачи учебно-методических знаний опытными педагогами; – активизировать педагогическое самосовершенствование преподавателя; – развивать личностные элементы педагогической техники; – анализировать свой жизненный и профессиональный опыт для приобретения адекватной личностной и профессиональной самооценки.

Таким образом, совершенствование педагогического мастерства преподавателя – объективная необходимость, позволяющая вызвать к жизни у обучающихся их интеллектуальные возможности, обеспечить понимание и усвоение всевозрастающего объема информации.

Особенности ведения ближнего боя по опыту вооруженных конфликтов

Позняк С. А.

Белорусский национальный технический университет

Современные боевые уставы отражают лишь суть классического общевойскового боя, в котором действия любого подразделения поддерживаются артиллерией, бронетехникой, авиацией. Опыт показывает, что в ходе конфликтов малой интенсивности подразделениям регулярной армии зачастую приходится воевать с незаконными вооруженными формированиями (НВФ), которые предпочитают вести действия по партизанскому типу.

В таких условиях бронетехника становится неэффективной, а огонь артиллерии и авиации представляет угрозу для своих войск. В результате вести ближний огневой бой на закрытой местности, который представляет серию локальных схваток, успех в которых определяется навыками и умениями каждого бойца.

Существуют некоторые особенности, помогающие выживать в ближнем бою: - определением на слух, по плотности огня противника его численность, вооружение, расположение на местности; - самостоятельный выбор и поражение каждым бойцом целей; - широкое применение ручных противотанковых гранатометов (РПГ); - создание специальных групп гранатометчиков для ведения в бою массированного огня по различным целям; - хорошая маскировка огневых позиций гранатометчиков и их непосредственное прикрытие стрелками; - уничтожение последовательным сосредоточиванием огня 2-3-х и более РПГ по одному бронее объекту с расстояния от 20-ти до 50-ти метров; - использование специфических способов ношения оружия, позволяющих быстро изготовиться к бою, при внезапном появлении вооруженного противника; - уничтожение снайпером не только важных целей, но и являться наблюдателем и охранником командира; - необходимость увеличения количество снайперов, чем предусмотрено штатом войсковых и специальных подразделений при ведении боевых действий на густо застроенной местности и при ведении противоснайперской борьбы.

Следовательно, для успешного ведения боевых действий в ходе вооруженных конфликтов различной интенсивности необходимо учитывать накопленный опыт, что в свою очередь, может существенно снизить неоправданные потери личного состава и значительно повысить эффективность применения стрелкового оружия в различных видах боевых действий.

Актуальность военно-исторической работы в военном вузе

Савик С. А.

Белорусский национальный технический университет

Военно-историческая работа – комплекс мероприятий, направленных на изучение военной истории, воинских традиций и ритуалов, патриотическое воспитание военнослужащих и допризывной молодежи, проведение научных исследований по наиболее актуальным проблемам военной истории и внедрение их результатов в практику строительства, подготовки и применения Вооруженных Сил [1].

На наш взгляд, обращение к военно-исторической работе в Вооруженных Силах Республики Беларусь актуально по ряду причин. К числу наиболее важных относятся следующие:

1. Необходимость утверждения преемственности в проведении военно-исторической работы в целях сохранения военно-исторического наследия нашей страны (опыта военного строительства, ведения военных кампаний и операций, воспитания воинов-патриотов и др.).

2. Жизненность расширения исследовательского поля за счет введения в научный оборот новых архивных и документальных источников, неизвестных ранее широкой научной общественности.

3. Важность освоения на нынешнем этапе развития военной сферы белорусского государства как положительного, так и отрицательного прошлого опыта.

4. Потребность в использовании опыта военно-исторической работы рассматриваемого периода в целях повышения, как профессиональной подготовки, так и общего развития военных кадров.

5. Обязательность возрождения национального самосознания истоки достижения которого лежат в героическом прошлом белорусского государства.

6. Именно военно-историческая работа может в значительной степени способствовать совершенствованию системы патриотического воспитания военнослужащих.

**Особенности применения сетевых моделей
для анализа информационных потоков**

Савлучинский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Применение сетевых графиков в ходе исследований информационных процессов в управленческих системах является достаточно широко применяемой практикой. В данной работе автором будет предложен подход к применению этого метода для осуществления краткосрочного, и, в некоторых случаях, среднесрочного прогнозирования появления событий на основе анализа существующей информационной тенденции в информационном поле, формируемом средствами массовой информации.

Сетевой график представляет собой графическое изображение последовательности и взаимосвязи при регистрации событий в ходе информационного процесса формируемого средствами массовой информации. Метод, который создает фундаментальную основу для сетевого планирования, достаточно подробно описывается математической теорией графов [1].

В прикладном понимании анализа информационных потоков в военной сфере является выявление критического пути при формировании множества информационных тенденций. Чтобы объяснить это, нужно раскрыть понятие дезинформация. Дезинформация – это преднамеренное распространение различными средствами не соответствующей действительности информации о своих намерениях [2].

Для дезинформации используются средства связи, радиовещания, телевидения, печать, внедрение ложных документов, распространение слухов через местное население, преднамеренное разглашение тайн и другие мероприятия. Все эти мероприятия присутствуют в информационном поле в виде информационных сообщений, которые привязанные по времени их появления формируют информационный поток, который, в свою очередь, формирует информационную тенденцию.

Таким образом основу фиксированных информационных тенденций составляет исследование [3] которое выявило ключевые меры проводимые на стратегическом уровне как стороной заинтересованной в эскалации конфликта, так и стороной противодействующей разрастанию конфликта. В качестве логической посылки принято то, что интенсивность информационных сообщений без проверки их достоверности позволяет идентифицировать основные тенденции, путем подачи сообщений, которыми одна из сторон пытается привлечь общественное мнение к проблеме, или наоборот, отвлечь от проблемы.

Научно-методическое обеспечение образовательного процесса

Тамело В. Ф.

Белорусский национальный технический университет

Под системой понимается объективное единство закономерностей, связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе.

Система военно-профессионального образования – это совокупность взаимосвязанных компонентов, обеспечивающих достижение целей и задач военного образования.

Целями военного образования являются формирование военно-профессиональных компетенций и компетентностей, интеллектуальное, нравственное, творческое и физическое развитие военнослужащего.

Научно-методическое обеспечение образовательного процесса на ВТФ осуществляется в целях обеспечения военно-профессионального образования, повышения его качества на основе внедрения результатов военно-научных исследований в области военного дела. Следовательно, под системой научно-методического обеспечения образовательного процесса в военном вузе следует понимать объективное единство связанных друг с другом результатов научных исследований в сфере военного образования учебно-программной, планирующей и учебно-методической документации, системы повышения квалификации профессорско-преподавательского состава, а также учебных и научно-методических подразделений, обеспечивающих организацию и контроль научно-методического обеспечения

Составными компонентами СНМО являются:

учебно-программная и планирующая документация;

учебно-методическая документация;

результаты научных исследований в сфере образования;

учебные издания и информационные материалы;

система повышения квалификации ППС;

коллегialьные органы и научно-методические подразделения, обеспечивающие организацию, проведение и контроль научно-методического обеспечения.

СНМО – это единство связанных друг с другом компонентов, направленных на достижение целей планирования, ведения и контроля образовательного процесса на основе результатов научных исследований в сфере образования.

Модернизация ПАРМ-1М1

Тарасенко П. Н.

Белорусский национальный технический университет

Анализ использования подвижной авторемонтной мастерской – ПАРМ-1М1 в полевых условиях выявил ряд существенных недостатков:

отсутствие оборудования для подъема передней или задней части неисправного грузового автомобиля при замене моста;

отсутствие возможности использования вне палатки в дождливую и снежную погоду оборудования, питаемого от электрической сети генератора мастерской МРС-АТ-М1, МРМ-АТ-М1, сварочного агрегата и передвижной зарядной электростанции ЭСБ-4-ВЗ-1-М1;

недостаточное количество механизированного и ручного инструмента для выполнения разборочно-сборочных работ.

Для устранения вышеперечисленных недостатков предлагается:

1. Оснастить ПАРМ-1М1 двумя–тремя пневматическими домкратами низкого давления (1 бар), приводимыми в действие от пневмосистемы автомобиля мастерской МРС-АТ-М1, для подъема передней или задней части неисправного грузового автомобиля при замене моста.

2. Мастерскую МРС-АТ-М1 дополнительно к существующей производственной палатке П20 укомплектовать двумя навесами, предназначенными для укрытия в дождливую и снежную погоду ремонтируемой части машины, и оборудования постов (сварочных работ, зарядки АКБ, разборочно-сборочных работ, с использованием сверлильной электрической машины ИЭ 6002 и др.).

3. Для повышения производительности разборочно-сборочных работ предлагается дополнительно ввести в ПАРМ-1М1:

в мастерскую МРС-АТ-М1 и МРМ-М1 по одному пневматическому гайковерту АIW1355 и пневматическому шуруповерту Sumake ST-4469 с расходом воздуха менее 180 л/мин и рабочим давлением до 6,5 атм, которые могут подключаться к пневматической системе автомобиля ЗИЛ-131, имеющей производительность компрессора 201 л/мин при частоте вращения вала 2000 об/мин и рабочее давление 6,4–7,3 атм;

в мастерскую МРС-АТ-М1 гайковерт электрический ударный DeWalt DW294, углошлифовальную машинку Калибр МШУ-230/2350;

компрессор Augo GALE-50 и два пневматических гайковерта АIW1355 с максимальным моментом затяжки 576 Н·м, расходом воздуха 250 л/мин, массой 2,4 кг;

профессиональные наборы инструмента APELAS CS-ТК 99PMQ, PROXXON 23650 и FORCE 4821.

Методы профилактики конфликтов в образовательном процессе в учебном заведении

Томбасов М. В.

Белорусский национальный технический университет

Необходимость укрепления у обучающихся коллективного интереса, сплоченности, налаживания делового взаимодействия, педагогически оправдывает возникновение конфликтов, требует тактичного их разрешения.

Продуктивная конфликтность, воспроизводя позитивные функции конфликта как социального явления, способствуют развитию учебной группы и самого обучающегося. Таким образом, в теории и практике сложилось противоречие между необходимостью обеспечить системные эффекты воспитания в процессе управления конфликтностью учебного социума и неразработанностью теоретических и технологических основ воспитательной системы, обеспечивающей сотруднический тип учебного взаимодействия обучающихся, развитие гражданственности и групповой сплоченности в процессе управления конфликтностью учебного социума.

Лучшим способом разрешения конфликтной ситуации является сознательный выбор оптимальной стратегии поведения для данного конкретного случая.

В разрешении педагогических конфликтов очень важная роль принадлежит преподавателю, который может выступить в качестве *посредника конфликтующих сторон*. Для разрешения конфликтной ситуации наличие посредника чрезвычайно важно в психологическом плане, поскольку позволяет участникам конфликта, несмотря на взаимные уступки «сохранить лицо». Преподавателю нужно помнить, что попытка прекратить конфликтную ситуацию силовым давлением либо уговорами приводит к нарастанию, расширению его за счет привлечения новых лиц, групп. Поэтому учитель-посредник должен в первую очередь выяснить причину конфликта и попытаться устранить ее.

В целях организации проведения педагогического разрабатываются схемы для анализа конфликтных ситуаций в экспериментальной группе, которые применяются на протяжении эксперимента.

Таким образом в настоящее время проблема конфликта и его предупреждения исследуется в педагогике по следующим *направлениям*: анализ конфликтов в педагогическом процессе; конфликты в педагогических коллективах и способы их преодоления; преодоление конфликтов в коллективах обучающихся; подготовка педагогов к предупреждению и разрешению конфликтов в педагогических коллективах и среди обучающихся.

**Совершенствование контрольной деятельности в вооруженных силах
в современных условиях**

Тропец В. А.

Белорусский национальный технический университет

В 2015 году постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1080 определена Стратегия реформирования системы управления государственными финансами Республики Беларусь, основной целью которой является обеспечение долгосрочной сбалансированности и устойчивости бюджетной системы, повышение качества управления государственными финансами.

На современном этапе под эффективным функционированием финансовой системы подразумевается, прежде всего, эффективное использование бюджетных средств, переход к составлению программно-целевого бюджета, ориентированного на результаты. В целях повышения эффективности расходования бюджетных средств акцент будет смещен с контроля за финансовыми потоками на контроль за результатами. Подходы к осуществлению финансового контроля должны быть кардинально изменены: его содержание будет состоять не только в фиксации факта выделения и расходования средств, но и в подтверждении достижения эффекта, на который рассчитывали при принятии решения о выделении средств.

В настоящее время в Государственные органы, подчиненные (подотчетные) Президенту Республики Беларусь и Правительству Республики Беларусь, облисполкомы (Минский горисполком), в том числе и Министерство обороны осуществляют управление деятельностью подчиненных (входящих в состав (систему) организаций посредством регулирования их деятельности и реализации полномочий собственника с анализом эффективности работы подчиненных (входящих в состав (систему) организаций и выработкой предложений по ее повышению.

Исходя из положений Стратегии и действующего законодательства считаем необходимым совершенствование последующего контроля проводить в следующем направлении – разграничить ответственность по целям контроля:

государственные органы, организации осуществляют контроль за целевым и законным и экономически-обоснованным расходованием средств посредством функционирования внутренней системы контроля. В условиях Вооруженных Сил предлагаем следующую схему: главная военная инспекция (главный орган (контрольно-финансовое управление)) – отделы контроля (в командованиях, по службам материально-технического обеспечения);

орган государственного финансового контроля – контроль эффективности расходования государственных средств, который направлен на проверку эффективности, экономичности и результативности государственного управления;

независимый орган контроля (аудиторские организации) – аудит достоверности финансовой (бухгалтерской) отчетности.

Контроль за расходование бюджетных денежных средств должен осуществляться постоянно, как на этапе планирования, так на этапе исполнения бюджета. Для эффективности таких мероприятий следует обратить внимание на соответствующую экономическую подготовку, как руководителей организаций, так и на непосредственных исполнителей. Для этого необходимо задействовать научный потенциал страны для создания единого понятийного аппарата, критериев оценки эффективности, методик определения индикаторов эффективности выполнения государственных программ и расходования бюджетных средств.

Таким образом, предложенные меры позволят снизить риски не эффективного, не целевого расходования бюджетных средств в рамках действующей периодичности контрольных мероприятий.

**Технология физического воспитания курсантов военного вуза,
направленная на повышение готовности
к профессиональной деятельности**

Фольнсков И. А.

Белорусский национальный технический университет

Особенностью организации военного образования является степень его соответствия государственной политике в области национальной безопасности, обороны и образования, современному уровню развития военной науки.

Военно-учебное заведение должно выпускать определенное количество офицеров, доводя их военно-профессиональную готовность до уровня, требуемого государственными образовательными стандартами профессионального высшего образования и квалификационными характеристиками, которые определяют уровень профессиональной, физической и психологической подготовки офицера-выпускника, его морально-волевых качеств, умение управлять воинским коллективом, что определяет успех выполнения задач воинскими подразделениями, в конечном счете – состояние боевой готовности войск.

Профессиональная готовность военнослужащего складывается из многих составляющих, в том числе и из физической подготовленности. В процессе профессионально-прикладной физической подготовки формируются определенные прикладные знания, умения и навыки, способствующие формированию готовности курсантов военного вуза к эффективному выполнению ими служебных обязанностей.

Многие специалисты отмечают необходимость существенного совершенствования системы профессионально-прикладной физической подготовки курсантов образовательных учреждений. Обновление прикладных физкультурных методик и технологий во многом обусловлено происходящими изменениями в характере и условиях жизнедеятельности человека - в сфере профессионального труда, учебной деятельности и в военном деле. В этой связи в прикладной сфере физической культуры особый интерес представляют технологии, позволяющие прогнозировать и развивать физические качества и свойства личности, т. е. технологии опережающего воздействия.

Изучение и анализ научной и методической литературы по указанной проблематике позволили выявить противоречие между потребностью государства в высоко образованных, морально устойчивых, физически подготовленных военных специалистах и недостаточно эффективным использованием средств физической подготовки в вопросах формирования готовности к профессиональной деятельности курсантов военных вузов.

Для решения данного вопроса необходимо постоянно совершенствовать процесс физической подготовки курсантов военного вуза, направленной на повышение их готовности к профессиональной деятельности.

Вследствие сравнительного анализа выявлено, что курсанты с высоким уровнем готовности к профессиональной деятельности значительно превосходят сокурсников со средним уровнем готовности по ряду показателей: силовые качества – на 27 %; скоростные способности – на 3,5 %; общая выносливость – на 3,4 %; общительность – на 92,5 %; интеллектуальные способности – на 66,3 %; нормативность поведения – 51,3 %; самооценка – на 48,1 %; эмоциональная устойчивость – на 38,5 %; самоконтроль – на 26 %; академическая успеваемость – на 32,6 %.

Использование средств и методов физической подготовки, направленной на повышение готовности курсантов военного вуза к профессиональной деятельности, будет более эффективным если:

- выявить особенности физического и психического состояния курсантов военного вуза с высоким уровнем готовности к профессиональной деятельности и определить их модельные характеристики, которые будут являться целевым ориентиром при подборе средств и методов физической подготовки;

- разработать алгоритм проектирования прогнозных моделей развития качеств и свойств личности курсантов военного вуза к профессиональной деятельности;

- разработать технологию физической подготовки, позволяющую оптимизировать уровень готовности курсантов военного вуза посредством создания прогнозных моделей развития физических качеств и свойств личности на каждом этапе обучения.

Выводы:

1. Высокий уровень готовности курсантов военного учебного заведения к профессиональной деятельности во многом зависит от их физического состояния.

2. Результативность профессионально-прикладной физической подготовки курсантов может быть повышена за счет разработки и использования модельных характеристик курсантов с высоким уровнем профессиональной готовности.

3. Технология физической подготовки, основанная на прогнозных моделях развития физических качеств и свойств личности, повышает уровень готовности курсантов военного вуза к профессиональной деятельности.

Организация зачистки помещений огневыми группами по опыту армий зарубежных государств

Шапетько А. Ф.

Белорусский национальный технический университет

Успешные боевые действия в городских условиях зависят от слаженности подразделения. Каждый солдат должен уметь квалифицированно перемещаться, входить в здания, производить зачистку помещений, использовать ручные гранаты, выбирать и использовать позиции для ведения боя в городе, а также маскироваться. Опыт ведения боевых действий в городе показал, что для зачистки помещений создаются огневые группы, которые при выполнении задач должны двигаться тактически правильно, используя следующие правила: - при передвижении члены группы должны понимать друг друга без слов и держать свое оружие развернутым в направлении движения и поворачивать оружие в ту сторону, в которую смотрят; - члены группы крепко держат оружие, особенно при приближении к проемам окон, дверей, углам зданий или другим препятствиям, не позволяющим противнику приблизиться и захватить оружие; - член группы должен держать оружие в положении «на предохранитель» пока цель не идентифицирована, и он не вступил в бой; - если в ходе очистки помещения у солдата произошел отказ оружия, он должен немедленно объявить «отказ оружия», опуститься на одно колено и принять меры к устранению причин отказа, а другие члены группы должны открыть огонь по целям в его секторе до устранения отказа.

Определение метода зачистки, организуется на основе анализа реальных условий. Хорошо спланированное нападение (методы высокой интенсивности) с его разрушительным, подавляющим и предварительным огнем нейтрализует всех, находящихся в помещении, и менее опасно для атакующих. Разведка боем (избирательные методы) сохраняет боеприпасы, уменьшает наносимый ущерб и минимизирует жертвы среди мирного населения. Но это требует высокого напряжения и очень опасно для наступающих. Таким образом, боевые действия в городских условиях имеют свою особую специфику, требуя от личного состава высокого уровня специальной и общей профессиональной подготовки и навыков действий в городе. Высокие требования предъявляются к стрелковой подготовке личного состава. Подразделения, действующие в городской местности, должны проходить специальную подготовку, отличную от «традиционной» подготовки пехотинцев. Так, например, как отмечается в наставлении рэйджеров, из каждых десяти военнослужащих, принимающих участие в «зачистке» жилых помещений, только трое в ближнем бою имеют возможность применять оружие. В результате, 70 % личного состава оказывается незадействованным в бою.

**Использование стрелковых тренажеров
на занятиях по огневой подготовке
с курсантами военно-технического факультета в БНТУ**

Шпока С. В.

Белорусский национальный технический университет

Поиск путей повышения качества образования осуществляется по многим направлениям, среди которых важнейшее место занимает внедрение современных технических средств обучения и информационных технологий. Это связано с глобальной информатизацией всех сфер общественной жизни от промышленного производства и научных отраслей до области искусства. Современные информационные технологии и технические средства обучения (ТСО), активно внедряемые в учебный процесс имеют высокую педагогическую ценность не только с точки зрения повышения качества образовательного процесса, но и в связи с их возможностью изменять структуру коммуникативных процессов обучения в соответствии с требованиями общественного прогресса.

Принцип наглядности имеет непосредственное отношение к процессу обучения. Наглядность ускоряет создание представлений и тем самым облегчает процесс усвоения. Через зрительный анализатор в процессе работы на тренажёре СКАТТ, видна объективная картина качества выполнения элементов прицеливания, спуска курка и т.д. Принцип систематичности заключается в необходимости изложения материала в определенной последовательности. Бессистемное, и хаотичное преподнесение материала замедляет ход обучения и делает его малоинтересным и скучным. В обучении стрельбе из пистолета, со сложным содержанием элементов, важно построить процесс обучения таким образом, чтобы изучить элементы техники стрельбы их правильное выполнение, а потом осваивать их и совершенствовать, используя учебное оружие и тренажеры СКАТТ как на практических занятиях, так и во время самоподготовки. Принцип непрерывности, заключается в систематическом использовании на всех занятиях по огневой подготовке полученных знаний и умений, что позволяет укрепить двигательные навыки, и мышечную память. Из многих методов, которые могут быть рекомендованы для проведения занятий по различным разделам огневой подготовки, руководитель занятий сам избирает в соответствии со своими знаниями, особенностями обучаемых и другими условиями те приемы и методы, которые смогут обеспечить наилучшую подготовку личного состава.

Проектирование противокумулятивных экранов

Янковский И. Н., Гладкий Д. В., Ильющенко Д. Н.
Белорусский национальный технический университет

Одним из широко применяемых решений по защите от кумулятивных зарядов машин является установка на них дополнительных элементов, которые позволяют ослабить или сбить насколько это возможно кумулятивную струю, создаваемую кумулятивным зарядом. Это может быть сделано либо за счет деформирования или разрушения вкладыша, либо за счет увеличения расстояния между точкой подрыва и плоскостью брони.

Проведенный анализ решетчатых экранов показал, что в основном они изготовлены в виде пластин, развернутых ребром к направлению, откуда может исходить угроза для машины. Расположение и крепление пластин главным образом будет зависеть от типа применяемых снарядов, а именно от их габаритных размеров. В данном случае, расстояние между пластинами h должно быть меньше диаметра гранаты, для обеспечения деформации ее корпуса. В тоже время нельзя максимально уменьшать расстояние h , поскольку это повышает вероятность контакта взрывателя с пластиной и как следствие полноценному формированию кумулятивной струи.

Расстояние между вертикальными элементами крепления пластин L должно быть таким, чтобы предотвращать «проскальзывание» гранаты между пластинами при их упругом деформировании. При этом данный параметр зависит от ряда факторов, таких как, профиль пластины, материала из которого изготавливаются пластины и их термообработки.

Профиль пластины может быть определен исходя из условия обеспечения разрушения или резания гранаты. При контакте гранаты и пластины, возникающее усилие должно быть больше усилия необходимого для разрушения гранаты. Аналогичным образом влияет и материал пластин, а также вид термообработки.

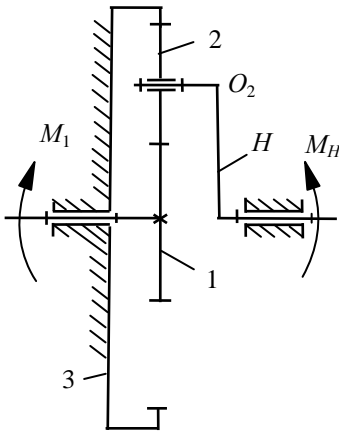
Экономически обоснованным материалом для решетчатых экранов является углеродистая конструкционная сталь 3. Данная сталь достаточно распространенная, имеет высокий показатель ударной вязкости от 49 до 108 Дж/см² и хорошо сваривается. Дополнительное проведение закалки токами высокой частоты кромок пластин, позволит создать поверхность с высокой твердостью и мягкой сердцевиной, что будет положительным образом сказываться на разрушении (резании гранаты).

Теория механизмов и машин

Применение общего уравнения динамики для решения задач по теории механизмов и машин

Анципорович П. П., Акулич В. К., Дубовская Е. М.
Белорусский национальный технический университет

Основным методом, используемым в курсе теории механизмов и машин для определения закона движения механизма, является метод приведения сил и масс, в результате которого определяются приведенный момент сил и приведенный момент инерции, после чего составляется и решается уравнение



движения звена приведения. Вместе с тем для решения этой задачи может быть применено общее уравнение динамики (принцип Даламбера-Лагранжа), которое целесообразно составлять в форме мгновенных мощностей. Но этот метод требует определения ускорений, которые необходимы для составления выражений сил и моментов сил инерции звеньев. Далее на примере планетарного механизма (рисунок) показано применение общего уравнения динамики. Это уравнение может быть представлено в виде

$$M_1 \omega_1 + M_H \omega_H + M_{И1} \omega_1 + M_{ИH} \omega_H + M_{И2} \omega_2 + F_{И2}^\tau V_{O_2} = 0,$$

в котором $M_{И1} = -I_1 \varepsilon_1$, $M_{ИH} = -I_H \varepsilon_H$, $M_{И2} = -I_2 \varepsilon_2$, $\varepsilon_H = \varepsilon_1 U_{H1}$, $\varepsilon_2 = \varepsilon_1 U_{21}$, $F_{И2}^\tau = -m_2 (r_1 + r_2) \varepsilon_H$, $V_{O_2} = \omega_H (r_1 + r_2)$, $\omega_H = \omega_1 U_{H1}$.

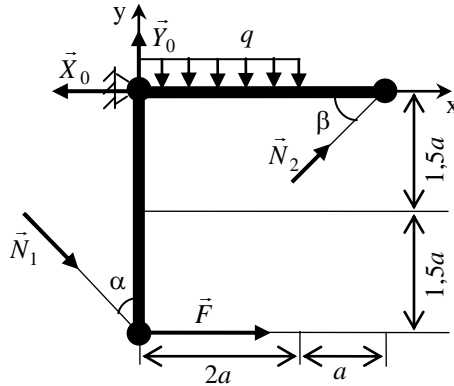
После подстановки всех этих выражений в (1), получаем уравнение для определения углового ускорения ε_1 начального звена. Метод применим для исследования динамики любых механизмов.

Исследование равновесия стержневой системы

Луцко Н. Я.

Белорусский национальный технический университет

Исследуется равновесие системы, состоящей из углового элемента высокой жесткости и двух стальных стержней, удерживающих его в равновесии. Расчетная схема системы приведена на рисунке.



Расчетная схема стержневой системы

Математическая модель системы строится на основе уравнений равновесия и дополнительного уравнения перемещений и является СЛАУ. В качестве инструмента определения реакций выбрана математическая система Mathcad, в которой для решения СЛАУ использован матричный метод:

$$\underline{A} := \begin{pmatrix} \sin(\alpha \text{rad}) & \cos(\beta \text{rad}) & -1 & 0 \\ -\cos(\alpha \text{rad}) & \sin(\beta \text{rad}) & 0 & 1 \\ 3 \cdot a \cdot \sin(\alpha \text{rad}) & 3 \cdot a \cdot \sin(\beta \text{rad}) & 0 & 0 \\ \frac{-11}{A1} \cdot \sin(\alpha \text{rad}) & \frac{12}{A2} \cdot \sin(\beta \text{rad}) & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \underline{B} := \begin{pmatrix} 0 \\ q \cdot 2 \cdot a \\ q \cdot 2 \cdot a^2 - F \cdot 3 \cdot a \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\underline{N} := \underline{A}^{-1} \cdot \underline{B}$$

Столбец неизвестных N , после выполнения документа, содержит вычисленные значения реакций N_1 , N_2 , X_0 , Y_0 .

Построенный документ целесообразно использовать для автоматизации расчетов с целью определения оптимальных параметров системы.

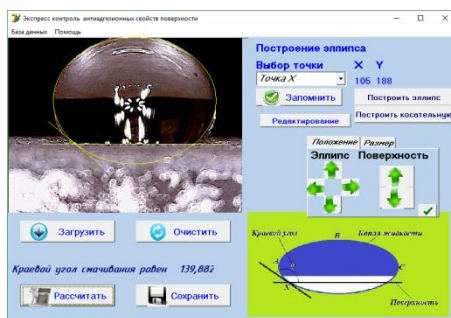
Проектирование программного обеспечения для автоматизированного расчета антиадгезионных свойств покрытий

Юреть Е. Л., Луцко Н. Я., Кот П. И.

Белорусский национальный технический университет

Одним из главных показателей антиадгезионных свойств поверхности является углом смачивания. Угол смачивания (или краевой угол смачивания) – это угол, образованный касательными плоскостями к межфазным поверхностям, ограничивающим смачивающую жидкость, а вершина угла лежит на линии раздела трёх фаз, который измеряется методом лежащей капли.

С целью оперативного определения краевого угла смачивания было спроектировано программное обеспечение «Экспресс контроль антиадгезионных свойств поверхности» на базе языка программирования Delphi 7, позволяющее в автоматизированном режиме определить краевой угол смачивания. Для его определения необходимо загрузить снимок капли, после чего нужно обозначить 3 точки контура капли и точку соприкосновения капли с поверхностью, затем программа обрисует контур капли и построит касательную линию в точки пересечения. Программа автоматически рассчитывает фактическое значение краевого угла смачивания. В программе предусмотрена база данных для хранения результатов ранее проведенных исследований.



Программное средства «Экспресс контроль антиадгезионных свойств поверхности»

Использование программного средства «Экспресс контроль антиадгезионных свойств поверхности» позволяет сократить время на определения краевого угла смачивания, что позволяет сделать заключение об антиадгезионных свойствах исследуемой поверхности.

УДК 621.7

Исследование антипригарных свойств плакированных покрытий на элементах кинематических пар

Юреть Е. Л.

Белорусский национальный технический университет

Литье под давлением (ЛПД) цветных и черных металлов и сплавов достаточно давно и широко используется в современном машиностроении. Данный способ литья позволяет получать отливки, в высокой степени приближенные по форме и размерам к готовому изделию, что способствует значительному снижению материалоемкости и трудоемкости механической обработки, а, следовательно, себестоимости готового изделия.

Сравнительный анализ существующих средств и методов формирования покрытий показывает, что для формирования защитных покрытий вполне может быть использована технология деформационного плакирования гибким инструментом с подачей электрического напряжения (ЭДП-ГИ) в зоны контакта ворса щетки с материалом донором и поверхностью детали, где в качестве гибкого инструмента используется вращающаяся щетка с проволочным ворсом.

Для испытания применяли образцы цилиндрической формы (ролики), изготовленные из стали 4Х5ВФСГ, объемной закалки (HRC 38–42). На боковые поверхности роликовых образцов обеих групп методом ЭДП-ГИ наносили покрытия из композиционных материалов на основе титана FT 1, твердого сплава ВК 8, а также меди, легированной нитридом бора Cu+NB.

Оценку антипригарных свойств покрытий проводили в расплаве цинкового сплава ЦА4М1, разогретом до температуры 480°C в печи SNOL 7.2/1300. В контейнер с расплавом погружали экспериментальные образцы, после чего контейнер с образцами помещали в печь и выдерживали в течение 6 часов. После этого экспериментальные образцы извлекали из контейнера с жидким расплавом и охлаждали на открытом воздухе без дополнительных средств.

Зона раздела, которая сформировалась на образцах с покрытием из материала на основе титана FT 1, а также из меди, легированной нитридом бора Cu+NB, отличается размытостью и локальной диффузией цинкового сплава в поверхность материала образцов, что свидетельствует о слабых защитных свойствах указанных покрытий.

Таким образом, на основании результатов эксперимента можно заключить, что покрытие из твердого сплава ВК 8 обладает хорошими защитными свойствами к привару материала расплава цинкового сплава.

Балансировка ротора при помощи виброанализатора СД-21

Кудин В. В., Авсиевич А. М.

Белорусский национальный технический университет

При использовании прибора СД-21 для расчета балансировочных масс используется метод коэффициентов влияния. Рассчитываются чувствительности машины на вибрации во всех точках её измерения при установке пробных масс сначала в первой плоскости установки массы, затем во второй и т. д. Таким образом учитывается влияние каждой плоскости установки массы на вибрацию во всех контрольных точках.

Расчет коэффициентов влияния производится после проведения начального пуска машины (без установочных пробных масс) и пробных пусков (с установочными пробными массами).

Коэффициенты влияния являются комплексными величинами, поэтому выводятся на экран два числа (действительная и мнимая части).

Установка представляет собой экспериментальную модель. Балансируемый ротор помещен в подшипники, закрепленные неподвижно на кронштейнах, которые жестко связаны со станиной. Для установки корректирующих масс на оси ротора закреплены две корректирующие плоскости. Эти плоскости имеют две радиальные прорези для крепления корректирующих масс, кроме того плоскости могут вращаться вокруг ротора, а их положение фиксируется условным лимбом, который фиксирует положение плоскости относительно самого ротора в градусах.

Вращение ротора осуществляется от электродвигателя через плоский ремень. Шкив ременной передачи закреплен на валу двигателя, а ведомым шкивом является наружный диаметр ротора. Неподвижные корпуса подшипников являются базой крепления датчиков, с помощью которых осуществляются измерения вибрации установки. На корректирующих плоскостях имеются радиальные прорези, предназначенные для крепления пробных и корректирующих грузов. Ротор вместе с рамой, электродвигателем и механизмом привода образует колебательную систему.

Если ротор вывести на рабочую частоту вращения, то силы инерции неуравновешенных масс создадут в подшипниках динамические реакции. Они вызовут вибрации корпусов подшипников, которые будут фиксироваться прибором СД-21, датчики которого закреплены на корпусе подшипников.

Использование в лабораторной работе цифрового виброанализатора позволяет не только продемонстрировать принципы балансировки, но и привить обучающимся навыки работы на современном оборудовании.

**Вибродиагностика сложносоставных машин и оборудования
на этапах создания и их эксплуатации**

Кудин В. В., Кудин М. В., Авсиевич А. М., Шашко А. Е.
Белорусский национальный технический университет

На Виброакустическая диагностика обеспечивает возможность обнаружения дефектов на ранних стадиях их возникновения, что позволяет прогнозировать аварийную ситуацию, заблаговременно планировать объем ремонтных работ или менее затратных дополнительных мероприятий по обслуживанию. Также с ее помощью можно вовремя определить отклонения в работе оборудования, способные вызвать нарушения технологии. Этот вид диагностики дает возможность оценить качество сборочных работ как новой машины, так и после капитального ремонта. После вибродиагностики изделие может иметь технический паспорт, в котором будут приведены вибрационные характеристики (аналог кардиограммы человека). Комплекс параметров вибрации практически полностью характеризуют техническое состояние работающего оборудования и позволяет прогнозировать развитие дефектов, возникновение неисправностей и аварий оборудования.

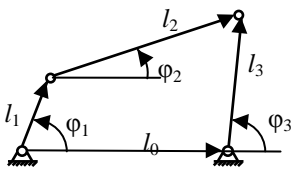
Существующие методы вибродиагностики состоят не в простом определении общего уровня механических колебаний, а в анализе спектров вибраций, фазовых углов, огибающей высокочастотной вибрации и т.д. Совокупный анализ этих параметров и сравнение с базовыми характеристиками, полученными экспериментально или на основе теоретических исследований, позволяют судить не только о скором выходе из строя узла (подшипника, зубчатой передачи и т.д.), но и указывают на тип имеющихся неисправностей, что дает важнейшую информацию для планирования мероприятий по обслуживанию и ремонту. Применительно к производству машин и механизмов, вибродиагностика позволяет выявить недоработки в технологических процессах изготовления или сборки узлов, тем самым способствуя повышению качества изготовления и надежности выпускаемой продукции.

Теория и практика анализа вибросигналов к настоящему времени столь отработана, что можно получить достоверную информацию практически по любому дефекту изготовления, монтажа или износа. Обеспечение входного контроля комплектующих и выходного контроля сборочных единиц и готовых изделий, а также промежуточного контроля в процессе сборки для исключения движения по маршруту сборки дефектных элементов в итоге создает условия для выхода предприятий на новые рынки сбыта за счет улучшения параметров качества продукции.

Применение комплексных чисел в теории механизмов и машин

Анципорович П. П., Акулич В. К., Дубовская Е. М.
Белорусский национальный технический университет

Для кинематического анализа плоских рычажных механизмов в теории механизмов и машин традиционно применяется метод замкнутых векторных контуров. Вместе с тем для решения этой задачи представляется возможным использовать комплексные числа в тригонометрической и показательной форме. Как известно, для комплексного числа $z = a + bi$ показате-



тельная форма имеет вид $z = r e^{i\varphi}$, а тригонометрическая - $z = r(\cos\varphi + i \sin\varphi)$, где $r = \sqrt{a^2 + b^2}$ - модуль комплексного числа, $\varphi = \arg z$ - аргумент, причем $\operatorname{tg}\varphi = b/a$.

Рис.1

Например, для шарнирного четырехзвенника (рисунок) уравнение замкнутости $\vec{l}_1 + \vec{l}_2 = \vec{l}_0 + \vec{l}_3$ можно представить в виде

$$l_1 e^{i\varphi_1} + l_2 e^{i\varphi_2} = l_0 + l_3 e^{i\varphi_3}. \quad (1)$$

или после применения формулы Эйлера

$$l_1 (\cos\varphi_1 + i \sin\varphi_1) + l_2 (\cos\varphi_2 + i \sin\varphi_2) = l_0 + l_3 (\cos\varphi_3 + i \sin\varphi_3). \quad (2)$$

Если в уравнении (2) выделить отдельно действительную и комплексную части, то получим уравнения для определения углов φ_2 и φ_3 , которые совпадают с обычными уравнениями проекций. Для определения передаточных функций φ_2' и φ_3' дифференцируем уравнение (1) по обобщенной координате φ_1 :

$$l_1 i e^{i\varphi_1} + l_2 \varphi_2' i e^{i\varphi_2} = l_3 \varphi_3' i e^{i\varphi_3}. \quad (3)$$

В выражении (3) сокращаем на i и почленно умножаем на $e^{-i\varphi_2}$:

$$l_1 e^{i\varphi_{12}} + l_2 \varphi_2' = l_3 \varphi_3' e^{i\varphi_{32}}, \quad \text{где } \varphi_{12} = \varphi_1 - \varphi_2, \quad \varphi_{32} = \varphi_3 - \varphi_2.$$

Далее применяем формулу Эйлера:

$$l_1 (\cos\varphi_{12} + i \sin\varphi_{12}) + l_2 \varphi_2' = l_3 \varphi_3' (\cos\varphi_{32} + i \sin\varphi_{32}). \quad (5)$$

Выделяя в выражении (5) действительную и комплексную части, получаем выражения для передаточных функций, совпадающие с выражениями, получаемыми по методу замкнутых векторных контуров.

Технология строительного производства

**К вопросу разработки методики подбора
добавок-модификаторов арболита**

Бозылев В. В. Ягубкин А. Н.

Белорусский национальный технический университет

Полоцкий государственный университет

В настоящее время среди легких бетонов перспективными для малоэтажного строительства следует рассматривать арболитовые стеновые материалы, получаемые из доступного местного сырья. Состав арболита включает древесную щепу, цементное вяжущее и химические добавки. При этом до 80-90 % состава приходится на древесный наполнитель.

Основная проблема при изготовлении арболита связана с негативным влиянием на процессы набора прочности содержащихся в древесном наполнителе водорастворимых компонентов. Это полисахариды, крахмал и экстрактивные вещества. Известен эффект замедления набора прочности цементного вяжущего при введении сахаросодержащих добавок. Поэтому основной метод нивелировать замедление процесса гидратации – это использовать добавки ускорители твердения.

Такой добавкой, рекомендуемой нормативными документами, является применение добавки хлористого кальция. Однако при использовании данной добавки ухудшаются эксплуатационные характеристики изделий из арболита. Это связано с тем, что, вследствие большого размера катионных радиусов в молекулах хлористого кальция, она притягивает к себе до 6 молекул воды. Таким образом в стеновом материале увеличивается влажность и, как результат, снижаются теплозащитные характеристики.

Поиск добавок, обеспечивающих в арболите набор прочности и не увеличивающих теплопроводность стеновых материалов, может быть выполнен с использованием авторской методики, защищенной патентом РБ № 16528. Методика отличается малой трудоемкостью, ориентирована на моделирование процессов твердения арболита на композиции из цементного теста, водной вытяжки древесного наполнителя и анализируемой добавки.

Подготовка водной вытяжки включает кипячение в течение 30-60 минут воды (4 части) и щепы (1 часть). Отфильтрованный раствор в количестве 10-20 % вводится в цементное тесто, из которого изготавливаются образцы кубы с ребром 2 см, вместо стандартных испытаний на арболитовых кубах с ребром 15 см. С использованием данной методики подобрана добавка сульфата калия, обеспечивающая набор прочности арболита и не вызывающая увеличения влажности, а, следовательно, не ухудшающая теплозащитных характеристик стеновых арболитовых материалов.

Оптимизация технологических режимов работы линии циркуляции паллет для производства изделий КПД

Гуринович В. Ю., Поздняков Д. А.

Белорусский национальный технический университет

ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.»

При реконструкции и модернизации заводов КПД после ввода в эксплуатацию конвейерных технологических линий циркуляции паллет в ряде случаев возникли проблемы, связанные с выходом на проектную мощность. Отсутствие в отечественной практике норм времени производства изделий КПД на этих линиях, привело к трудностям организации труда и определения их фактической производительности на стадии разработки проектно-сметной документации.

Для определения фактической производительности линии циркуляции паллет был выполнен хронометраж ее работы. По полученным данным выполнялась оптимизация ее работы, которая включала оптимизацию раскладки изделий по паллетам и технологических режимов производства. После выполнения хронометража работы линии были построены циклограмма работы линии и график продолжительности выполнения операций на технологических постах.

Результаты анализа циклограммы работы технологической линии и графика сравнивались с проектными решениями. Сравнение показало, что фактический коэффициент неравномерности ритма достигает показателя 2,8, при нормативном его значении 1,15, а максимальный ритм работы линии $R_{\max} = 64$ мин, при проектном ритме в 24 мин. После удаления из графика производства работ невынужденных простоев линии максимальный ритм работы составил $R_{\max} = 55$ мин. При данном ритме производительность линии составит 44 м³ изделий в смену при проектной мощности 85 м³.

Следующий шаг оптимизации заключался в перераспределении технологических операций и трудовых ресурсов по постам линии. После повторной оптимизации и расчета средней продолжительности выполнения операций, по разработанному графику был рассчитан максимальный ритм с учетом коэффициента неравномерности ритма, который составил $R_{\max} = 40$ мин. После оптимизации при ритме равном 40 мин, сменная производительность линии будет равна 64 м³.

Результаты работы могут быть использованы для повышения производительности линии циркуляции паллет при реконструкции и модернизации заводов КПД.

Организация производства изделий КЖД на длинных стендах

Гуринович В. Ю., Поздняков Д. А.

Белорусский национальный технический университет,
ГПИ «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.»

При реализации Государственной комплексной программы развития материально-технической базы строительной отрасли Республики Беларусь в 2006-2010 гг. предприятия крупнопанельного домостроения при реконструкции и модернизации перешли на производство изделий КЖД по стендовой и конвейерной технологиям. Стендовая технология реализуется использованием стендов, длина которых определяется производственной программой, а ширина - номенклатурой изделий. Технология изготовления изделий КЖД по стендовой технологии позволяет отказаться от множества металлических форм, необходимых для каждого вида и типоразмера изделия.

В отечественной практике стендовую технологию применяли сугубо при изготовлении тяжелых длинномерных конструкций или индивидуальных изделий (подкрановые балки, фермы и т. п.), вследствие чего действующие в республике нормы времени не предусматривают нормирование труда для производства изделий КЖД по данной технологии. После ввода в эксплуатацию стендовых линий возникли проблемы с выходом на проектную мощность линий. Проведенный сравнительный анализ действующих в республике норм времени на производство железобетонных изделий и конструкций стендовым способом, с полученными данными при выполнении хронометража работы стендовой линии при производстве изделий КЖД, показал существенные различия в показателях.

Производительность стендовой линии для производства изделий КЖД определяется длиной стенда. Для расчета фактической производительности стенда необходимо выполнить раскладку изделий на стенде, определить комплекс технологических операций, необходимых для производства изделий, подобрать трудовые ресурсы, определить по аналогам или по результатам проведения хронометража продолжительность выполнения операций. По полученным данным строится график производства работ, который показывает, обеспечивается ли требуемая оборачиваемость стенда при принятой организации работ.

При несоблюдении оборачиваемости стендов после проведенных расчетов следует выполнить оптимизацию раскладки изделий и корректировку трудоемкости выполнения технологических операций.

Влияние влажности бетонных образцов на параметры градуировочных зависимостей метода упругого отскока

Снежков Д. Ю., Халево И. А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из факторов вариабельности оценок прочности бетона стандартизированными методами испытаний является непостоянство его влажности, особенно в начальный период набора прочности, когда массовая влажность бетона превышает 2–2,5 %. Присутствием свободной воды в порах бетона обусловлен известный эффект Ребиндера, выражающийся занижением оценки прочности бетона по данным склерометрических методов испытаний. Влияние влажности на оценки ультразвукового импульсного метода имеет обратный знак. Анализ данных применения стандартизированных методов испытаний и их комбинации, позволил предположить возможность улучшения статистических показателей комбинированных методов испытаний прочности бетона путем прямого учета в выражениях градуировочных зависимостей показателя его влажности. Для проверки гипотезы были выполнены две серии испытаний бетонных образцов проектных классов по прочности С30/37 и С35/45 в возрасте 4–12 суток и влажности от 2% до 3,8%. В таблице приведены варианты градуировочных зависимостей. Зависимости (1) и (2) соответствуют стандартным методам испытаний, зависимости (3) и (4) – варианты комбинирования

R^2	S_t	Градуировочная зависимость
0,703	8,91	$f_c^* = 3,34 \cdot I - 82,1$ (1)
0,350	13,2	$f_c^* = 0,0234 \cdot V - 53,3$ (2)
0,799	7,94	$f_c^* = 2,52 \cdot I - 103,1 + 17,2 \cdot W$ (3)
0,862	7,18	$f_c^* = 3,47 \cdot I - 90,1 + 25,3 \cdot W - 0,018 \cdot V$ (4)

где R^2 – коэффициент детерминации; I – индекс отскока; W – влажность бетона в %; f_c^* – расчетная прочность бетона, МПа; V – скорость распространения ультразвукового импульса продольной волны, м·с⁻¹; S_t – остаточное среднее квадратическое отклонение градуировочной зависимости.

Учет влажности образцов позволил снизить среднее квадратическое отклонение градуировочной зависимости метода упругого отскока на 11%, а при комбинации его с ультразвуковым методом – на 19%.

**Контроль протяженных железобетонных конструкций
ультразвуковым методом.**

Снежков Д. Ю.

Белорусский национальный технический университет

Одной из сильных сторон всех акустических методов прохождения при контроле бетонных и железобетонных строительных конструкций является большой объем бетона, вовлеченного в процесс передачи акустической волны. Если для склерометрических методов характеристический размер – линейный размер области бетона непосредственно влияющий на косвенный показатель метода - одного порядка с размером крупного заполнителя, и ограничен значениями 10–20 мм, то для акустических методов этот показатель на 1-2 порядка больше – 10–200 см. Преимуществом использования большой базы прозвучивания является возможность выполнения сплошного контроля поверхности крупноразмерных элементов и конструкций, а не испытаний в отдельных точках, как это свойственно склерометрическим методам. Кроме того, чем больше соотношение характеристического размера метода и размера неоднородностей бетона, тем меньше влияние последних на результат испытаний. В практике ультразвуковых испытаний железобетонных конструкций приборами с сухим точечным акустическим контактом (СТК) база измерений обычно не превышает 12–15 см, что обусловлено значительными потерями энергии продольной волны.

В докладе рассматривается возможность практического применения поверхностной ультразвуковой волны для целей диагностики состояния крупноразмерного бетонного массива методом продольного профилирования. Показано, что реализация метода на базах 1,5–2,5 м для типовых элементов железобетонных конструкций возможна с использованием типовых ультразвуковых электроакустических преобразователей с сухим точечным контактом. В основу методики селекции акустических волн на базах поверхностного прозвучивания бетона более 0,4–0,5 м положено амплитудное разделение составляющих акустического сигнала. Методика определения скорости распространения ультразвукового импульса поверхностной волны позволяет снизить неопределенность её оценки, в сравнении с показателями продольной подповерхностной волны и, как следствие, - повысить чувствительность метода контроля к отклонениям физико-механических свойств бетона по линии профилирования.

Основные методы и особенности производства демонтажных работ

Пелюшкевич А. И.

Белорусский национальный технический университет

Научно-технические исследования, проведенные в последние десятилетия, показали, что в связи с расширяющейся реконструкцией промышленных предприятий и переоборудованием внутригородских районов объемы и значение работ по сносу зданий и сооружений возрастают.

Однако при этом необходимо, чтобы в процессе выполнения этих работ производительность труда неуклонно повышалась. Все эти требования могут быть достигнуты только при разработке и внедрении новых научно-технических достижений.

Работы по сносу проводятся преимущественно в целях реконструкции объектов при их перестройке и новом строительстве, а также для получения свободных площадей.

Между строительными материалами, из которых построен сносимый объект, способом сноса и дальнейшим использованием материалов от разборки существует определенная взаимосвязь.

При выборе способа сноса объекта необходимо учитывать также многочисленные факторы, влияющие на его возможность применения и экономичность.

Кроме того, необходимо учитывать различные варианты расположения сносимых объектов и площадок сноса.

Взаимосвязи и факторы, изложенные выше, нельзя рассматривать как единственные. Однако они обуславливают необходимость оценки условий и требований, связанных со сносом объектов, в их совокупности и взаимозависимости.

Работы по демонтажу объектов и отдельных конструкций выполняют различными способами с помощью различных машин и механизмов в зависимости от конструктивных решений, материалов, габаритов и с учетом возможного воздействия на прилегающие объекты и производства, а также на окружающую среду.

Технология производства работ по демонтажу сборных железобетонных килевых панелей-оболочек покрытия

Пелюшкевич А. И., Казаченко Н. Я.

Белорусский национальный технический университет

Авторами статьи был разработан проект производства работ по демонтажу сборных железобетонных панелей-оболочек покрытия здания бассейна ГУО «Чистинская школа Молодечненского района».

Исходными данными для разработки проекта явились исходная проектная документация, предоставленная заказчиком не в полном объеме, результаты проведенного натурного обследования и замеров зданий, сооружений и территории, входящих в опасную зону при проведении работ по демонтажу панелей-оболочек покрытия здания бассейна.

Проектом решены следующие задачи: проведение технического обследования с целью определения фактического состояния отдельных конструктивных элементов покрытия здания; определение весовых показателей панелей-оболочек с учетом коэффициента $k = 1.25$, учитывающего утяжеление конструкции в результате длительной эксплуатации и др. (пыль, грязь, остатки конструктивных элементов кровли, наличие соединительных элементов в демонтируемой конструкции); определение видов демонтажных и вспомогательных работ; выбор средств механизации для демонтажа панелей-оболочек; подбор такелажной оснастки; выбор наиболее эффективного способа производства работ; разработка технологии демонтажа панелей-оболочек.

Для демонтажа панелей-оболочек принят вариант применения пневмоколесного стрелового крана LIEBHERR LTM160, подбор которого выполнен по расчетным грузовысотным характеристикам.

Выбор грузозахватного приспособления произведен исходя из конструктивных особенностей демонтируемого элемента, его массы, геометрических размеров, наличия и расположения монтажных петель.

С учетом всех вышеизложенных факторов наиболее целесообразно использовать облегченную балочную траверсу с уравнительными блоками, обеспечивающими равномерное распределение нагрузки на строповочные ветви и монтажные петли.

В проекте также были разработаны основные мероприятия по охране труда и безопасному производству демонтажных работ, согласно действующим нормативным документам.

Строительные ошибки при устройстве свайных фундаментов

Шевко В. В.

Белорусский национальный технический университет

Среди строительных ошибок при устройстве фундаментов из буронабивных свай с монолитными ростверками наиболее распространенными являются: превышение допуска по горизонтальному смещению скважин в плане и превышение допуска по вертикальному смещению осей скважин [1]. Причиной возникновения строительных ошибок при устройстве свайных фундаментов из буронабивных свай с монолитными ростверками являются: использование устаревшего оборудования для бурения скважин под сваи и отсутствие должного геодезического обеспечения при проведении буровых работ.

Результаты обработки данных исполнительных съемок свайных полей показывают, что горизонтальное смещение скважин в плане не превышает 0,5 диаметра скважин, а вертикальное смещение осей скважин не превышает 3 градусов в 95% случаев.

Строительные ошибки влекут за собой корректировку проектной документации в части центровки нагрузки на свайный фундамент и обеспечение конструктивных требований к свесам ростверка [2].

Сравнение сметных расчетов стоимости свайных фундаментов до и после корректировки показывает незначительное увеличение стоимости откорректированных фундаментов в пределах 1–2% в основном за счет увеличения объема бетона ростверка.

Выводы:

1. При смещении буронабивных свай в кусте на плане в пределах $0,5d$ и отклонению вертикальной оси в пределах 3 градусов - стоимость свайного фундамента увеличивается на 1–2%.

2. Для устройства фундаментов из буронабивных свай рекомендуется использовать буровое оборудование с устройством позиционирования на рабочем месте.

Область эффективного применения технологии пост-напряжения при устройстве плитных фундаментов на просадочных грунтах для предотвращения температурных и усадочных трещин

Леонович С. Н., Сидорова А. И.

Белорусский национальный технический университет

Преимущества применения плитного фундамента в случае грунтов с высоким уровнем грунтовых вод следующие: снижение объема земляных работ при незаглубленном фундаменте, относительная простота монтажа, большая несущая способность, что дает вариативность планировки помещений, использование в качестве пола цокольного этажа, устойчивость к грунтовым водам при правильной гидроизоляции. Но недостатки плитных фундаментов, из-за которых они не получили широкое распространение – это высокая стоимость (из-за большего расхода арматуры и бетона) и относительно долгий срок возведения. Их можно решить, используя технологию пост-напряжения по методу РТІ (Институт Пост-напряжения). Основные преимущества применения технологии пост-напряжения для плитных фундаментов: уменьшение толщины плиты, т. е. расхода бетона; уменьшение количества рабочих швов; снижение трещинообразования, повышение целостности плитного фундамента; применение относительно небольшого количества арматурных канатов; увеличение расстояния между арматурными канатами дает большее пространство для рабочих при заливке бетона; относительно свободное расположение арматурных канатов в плане для обхода технологических отверстий; сокращение времени возведения.

Проведя анализ распределения расстояний между стальными арматурными канатами в зависимости от длины и толщины плитного фундамента при минимальной силе натяжения по манометру домкрата $N=0,10A$ и коэффициенте трения $\mu=0,75$, выделена область эффективного применения плитных фундаментов с преднапряжением в построечных условиях. Для предотвращения температурных и усадочных трещин экономически целесообразно применять пост-напряженные плитные фундаменты длиной 7-15 м, с расстоянием между стальной канатной арматурой 850-1450 мм в зависимости от необходимой по расчету толщины плитного фундамента (100-175 мм).

Преимущества и особенности применения технологии пост-напряжения железобетонных конструкций

Сидорова А. И.

Белорусский национальный технический университет

Пост-напряженный железобетон, который является формой предварительно напряженного, имеет ряд преимуществ: сокращение трещин при усадке, поэтому требуется устраивать меньше рабочих швов; трещины, которые возникают, не увеличиваются; уменьшение толщины плит и других конструктивных элементов, а, следовательно, сокращение расхода бетона и стали; возможность устройства более широких пролётов, что обеспечивает более свободную планировку здания; увеличение высотности здания; возможность устраивать плиты на лёссовидных (глинистых) грунтах; снижение суммарных затрат труда на строительство. Некоторые из наиболее распространенных сфер применения пост-напряжения: перекрытия, плитные фундаменты, теннисные корты и другие спортивные сооружения, внешнее пост-натяжение для усиления существующих конструкций, резервуары, оболочки. По результатам исследований наиболее совершенной является система пост-напряжения без сцепления арматуры с бетоном, использующая пряди в оболочке из ПЭВП со смазкой.

Исследуя зарубежный опыт строительства зданий по технологии пост-напряжения, можно сделать выводы, что эта технология имеет много преимуществ по сравнению с технологией возведения железобетонного каркаса без предварительного напряжения, а именно можно значительно сократить объем бетонной смеси и армирующей стали, что приведет к снижению общей высоты здания и уменьшению нагрузки на фундамент. Использование пост-напряжения позволяет увеличить пролеты и эффективно использовать внутренний объем помещения, а также позволяет делать консоли с большим вылетом. Превосходная структурная целостность конструкций приводит к отсутствию трещин или их пониженному образованию, что повышает стойкость пост-напряженных конструкций к воздействию агрессивных сред.

По сравнению со строительством зданий из металлоконструкций, монолитных железобетонных конструкций без преднапряжения и сборных конструкций, использование пост-напряжения позволяет сократить сроки устройства фундаментов, из-за уменьшения их размеров, а также сократить сроки возведения всего здания, из-за уменьшения сроков распалубливания пост-напряженных перекрытий.

Содержание

Технические и прикладные науки

Автомобилестроение	3
Тракторостроение	20
Строительные и дорожные машины	32
Двигатели внутреннего сгорания	54
Техническая эксплуатация автомобилей	89
Судостроение и гидравлика	104
Инженерная и компьютерная графика	119
Инженерная графика строительного профиля	150
Информационно-измерительная техника и технологии	160
Конструирование и производство приборов	179
Сопротивление материалов и теория упругости	189
Металлические и деревянные конструкции	202
Железобетонные и каменные конструкции	212
Технология бетона и строительные материалы	221
Геотехника в строительстве	234
Экономика строительства	244
Организация строительства и управление недвижимостью	274
Архитектура зданий и сооружений	298
Промышленная архитектура и конструкции	324
Теория и история архитектуры	340
Градостроительство и ландшафтная архитектура	350
Рисунок, акварель, скульптура	367
Тактика действий, инженерное и техническое обеспечение в локальных войнах и вооруженных конфликтах	378
Теория механизмов и машин	422
Технология строительного производства	430

Научное издание

**НАУКА –
ОБРАЗОВАНИЮ,
ПРОИЗВОДСТВУ,
ЭКОНОМИКЕ**

Материалы 16-й Международной
научно-технической конференции
(71-й научно-технической конференции
профессорско-преподавательского состава,
научных работников, докторантов
и аспирантов БНТУ)

В 4 томах

Том 2

Ответственный за выпуск *В. В. Ляшенко*

Подписано в печать 06.11.2018. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 25,69. Уч.-изд. л. 20,09. Тираж 40. Заказ 927.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.

