

циальных дисциплин на старших курсах в ВУЗе. В связи с этим, — необосновано, также, значительное удлинение срока обучения в системе непрерывной подготовки кадров. Могут иметь место два варианта разрешения данного противоречия: частичное уменьшение срока обучения в ВУЗе (до 0,5 ... 1 года), что, возможно, предполагает включение ССУЗов (колледжей) в структуру университета; при сохранении срока обучения — 5 лет или более, — предусмотреть учебными программами более углубленное изучение выпускниками ССУЗов дисциплин специальности и специализации и выполнения ими магистрантских тем с последующим получением квалификации магистра по специальности. Финансовое противоречие непрерывной подготовки в последнем случае может решаться комплексно путем финансирования обучения из двух статей: затраты на инженерную подготовку в ВУЗе и на обучение в магистратуре. А, при тенденции увеличения количества студентов заочного обучения, работающих по специальности, усилится связь магистрантских тем с производственной тематикой. Для реализации последнего положения, безусловно, необходимо продолжить работу по установлению и укреплению статуса магистра по специальности на предприятии, в т.ч. — на промышленном.

Изложены некоторые аспекты обоснования дальнейших перспектив системы непрерывного образования, основанные на анализе опыта ее создания и развития.

УДК 621.762

Капуста П.П., Комяк И.М.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ, СОДЕРЖАНИЯ И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА» ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ВТУЗОВ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь*

В связи с открытием на Инженерно-педагогическом факультете Белорусского национального технического университета и в других ВТУЗах Республики Беларусь новых специальностей «Технология. Дополнительная специальность» (квалификация — преподаватель технологии и информатики или др. дисциплин дополнительной специальности), в базовый и рабочие учебные планы подготовки соответствующих специалистов введен новый учеб-

ный курс «Техническая механика». Для его обеспечения разработаны методически-обоснованная структура, содержание и методика преподавания учебной дисциплины, учитывающей специфику будущей деятельности подготавливаемых специалистов.

Предлагаемые структура, содержание и методическое обоснование учебного материала основаны на ранее проведенных разработках [1...5].

Техническая механика является комплексной общетехнической дисциплиной для немеханических специальностей вузов, включающей в себя основные положения теоретической механики, сопротивления материалов, основ взаимозаменяемости, теории механизмов и машин и деталей машин. Вышеназванные разделы изучаются как логически обусловленные и связанные между собой темы единой дисциплины.

Предмет дисциплины — теоретические основы проектирования и квалифицированной эксплуатации изделий машиностроения и приборостроения с учетом специфики данных отраслей.

Основные задачи курса — дать студенту знания и навыки по выполнению расчетов и конструированию, необходимые при последующем изучении специальных дисциплин, а также в его дальнейшей профессиональной деятельности.

В курсе технической механики в полной мере используются сведения, полученные студентами при изучении общенаучных и инженерных дисциплин, таких, как высшая математика, физика, инженерная графика, информатика и др.

В результате изучения дисциплины студент должен: знать основные положения теоретической механики, сопротивления материалов, основ взаимозаменяемости, теории механизмов и машин, деталей машин применительно к профилю своей специальности; уметь правильно выбирать расчетную модель и проводить необходимые расчеты и конструктивные разработки в процессе проектирования и оценки работоспособности типовых изделий машиностроения и приборостроения.

Дисциплина должна изучаться с учетом профиля специальностей студентов на основе современных понятий и представлений о механике конструкционных материалов, надежности, триботехнике, системах автоматизированного проектирования и т.д. Расчетно-аналитический и инженерно-конструкторский характер дисциплины предусматривает обязательное использование вычислительной техники, особенно на этапе курсового проектирования. На лекциях по отдельным разделам курса указываются наиболее эффективные области применения ЭВМ и уровень разработки математического обеспечения.

В условиях активизации самостоятельной работы студентов, ограниченности отводимого на дисциплину аудиторного времени и многообразия

изучаемых изделий машиностроения требуется лаконичность изложения материала на лекциях с достаточно полным освещением лишь принципиальных вопросов, раскрывающих содержание и сущность темы, без излишней ее детализации. При этом отдельные, не охваченные лекцией вопросы следует выделять для проработки их студентами самостоятельно. Как правило, это темы и разделы, имеющие чисто информативный или описательный характер. При проведении занятий важным является широкое использование технических средств обучения (действующих моделей и натуральных образцов механизмов, транспарантов, слайдов, диафильмов, кинофрагментов, плакатов и т.д.).

В лекциях должны найти отражение сведения об истории и вкладе отечественных ученых в развитие научных основ технической механики. Эти сведения эффективней давать по темам. Как правило, целью лекции является раскрытие сущности явления и его тесной связи с практикой отрасли.

Для обеспечения методического единства всех разделов и для устранения дублирования рекомендуется чтение курса одним преподавателем.

Практические (семинарские) занятия проводятся для закрепления основных теоретических положений курса и приобретения навыков в практических расчетах и анализе работоспособности типовых изделий машиностроения. Допускается также выносить на практические занятия некоторые теоретические разделы курса (как правило, описательного характера), не прочитанные ранее на лекции.

Лабораторные работы приобщают студентов к экспериментальным методам исследования в области механики путем проверки и иллюстрации основных гипотез и допущений, экспериментальной оценки пределов применимости расчетных моделей и формул, определения механических характеристик конструкционных материалов. При выполнении лабораторных работ необходимо знакомить студентов с современными экспериментальными методами в механике, вопросами метрологии, планирования и обработки экспериментальных данных.

Итоговым этапом обучения является выполнение курсовой работы — первой самостоятельной конструкторской работы студента. Ее выполнение позволяет активно закрепить и углубить знания, полученные при изучении общетехнических дисциплин; приобрести навыки работы со справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами; освоить принципы оформления конструкторской документации на разрабатываемые изделия машино- и приборостроения.

Предложенный в качестве типовой учебной программы проект дисциплины рассчитан на 126 часов, в т.ч. лекций — 68 часов (по семестрам: 3-й — 17 часов, 4-й — 51 час), практических занятий — 34 часа (по семестрам: 3-й

— 17 часов, 4-й — 17 часов), лабораторных работ — 17 часов (4-й семестр). Расчетно-графические работы, контрольные работы, консультации, зачет — 3-й семестр. Консультации, экзамен — 4-й семестр. Курсовой проект — 5-й семестр.

Структура и содержание курса включают следующие основные положения.

Лекционный курс.

Введение в техническую механику. Содержание и основные задачи курса. Общие сведения о машинах и механизмах. Основные характеристики и требования, предъявляемые к машинам и механизмам. Современные тенденции развития машиностроения. Связь курса с общенаучными и инженерными дисциплинами. Краткие исторические сведения о развитии технической механики.

Раздел 1. Статическое взаимодействие элементов конструкций. Основные понятия статики. Эквивалентные и уравновешенные системы сил. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Типы опор и опорные реакции.

Системы сходящихся сил. Проекция силы на оси координат. Аналитическое определение равнодействующей плоской и пространственной систем сходящихся сил. Уравнения равновесия плоской системы сходящихся сил. Статически определимые и неопределимые задачи. Теория пар сил. Момент силы относительно точки и оси. Эквивалентность пар. Сложение пар на плоскости. Условие равновесия пар сил. Плоская система произвольно расположенных сил. Приведение плоской системы сил к центру. Теорема о моменте равнодействующей (теорема Вариньона). Равновесие плоской системы сил. Пространственная система сил. Аналитические условия равновесия свободного твердого тела. Условия равновесия параллельных сил в пространстве. Равновесие пространственной системы твердых тел. Определение усилий в стержнях фермы.

Раздел 2. Основы построения и исследования механизмов. Структурный анализ механизмов. Понятие о машине, машинном агрегате, механизме, звене, кинематической паре. Степень подвижности механизма. Структурная и конструктивно-функциональная классификация механизмов. *Кинематика точки и твердого тела.* Основные задачи кинематики. Векторный, координатный и естественный способ задания движения точки. Определение траектории, скорости и ускорения точки. Поступательное и вращательное движение. Линейная скорость, касательное и нормальное ускорение при вращательном движении. Плоскопараллельное движение. Уравнения движения плоской фигуры. Мгновенный центр скоростей. Определение скоростей и ускорений точек плоской фигуры. Сложное движение точки. Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения. Кориолисово ускорение и его вычисление. Кинематическое исследо-

вание механизмов. Кинематические характеристики плоских механизмов. Планы положений, скоростей и ускорений плоских рычажных механизмов. *Динамика материальной точки, механической системы и твердого тела.* Дифференциальные уравнения движения свободной и несвободной материальной точки. Две основные задачи динамики. Примеры интегрирования дифференциальных уравнений движения точки. Механическая система. Силы, действующие на механическую систему. Свойства внутренних сил. Основные динамические величины механической системы: центр масс, моменты инерции, количество движения, импульс силы, момент количества движения, кинетический момент, кинетическая энергия, работа и мощность. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Общие теоремы динамики. Теорема о движении центра масс. Теоремы об изменении количества движения и момента количества движения. Дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела. Теорема об изменении кинетической энергии. Поле сил и потенциальная энергия. Принцип Даламбера. Сила инерции материальной точки. Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. *Динамика механизмов.* Силы, действующие в механизмах. Динамическая модель механизма. Приведение сил и масс. Уравнение движения механизма в энергетической и дифференциальной формах. Режимы движения механизма. Быстродействие механизма при неустановившемся (переходном) режиме движения. Неравномерность движения машинного агрегата при установившемся режиме. Пути регулирования скорости машин. Определение момента инерции и массы маховика. *Трение изнашивание в механизмах.* Природа сил трения. Внешнее и внутреннее трение. Виды и характеристики внешнего трения. Определение сил трения в кинематических парах. Силовой расчет механизмов с учетом сил трения. КПД механизмов. Виды и стадии изнашивания. Критерии оценки износа и триботехнической надежности элементов низших и высших кинематических пар. Способы уменьшения изнашивания.

Раздел 3. Основы расчетов элементов конструкций. Основные понятия в сопротивлении материалов. Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Виды нагружения. Напряжения и деформации в точке. Общие принципы расчета элементов конструкций. *Растяжение и сжатие.* Нормальные силы. Напряжения в поперечных и наклонных сечениях стержня. Эпюры сил. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Понятие о механических характеристиках материалов. Расчеты на прочность. Статически неопределимые задачи. *Геометрические характеристики плоских сечений.* Определение положения центра тяжести плоской фигуры. Моменты инерции сечений. Моменты инерции простых фигур. Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей. *Сдвиг и кручение.* Закон Гука при сдвиге. Расчет на прочность при сдвиге. Эпюры крутящих моментов и углов закручивания. Расчеты

на прочность и жесткость при кручении. *Изгиб*. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Расчеты стержней на изгиб. Рациональные формы поперечных сечений. Определение деформаций при изгибе. Расчет на жесткость. Сложное деформированное состояние. Гипотезы прочности. Косой изгиб. Изгиб с растяжением или сжатием. *Изгиб с кручением*. *Устойчивость сжатых стержней*. Критическая сила по Эйлеру и Ясинскому. Расчет на устойчивость. Понятие об устойчивости сжатого кольца. *Контактные напряжения*. Концентрация напряжений. Виды концентраторов. Пути снижения концентрации напряжений. Формула Герца для случая сжатия тел с начальным касанием по линии и точке. *Прочность при переменных напряжениях*. Характеристики циклов. Предел выносливости. Диаграмма усталостной прочности. Факторы, влияющие на усталостную прочность. Расчет на прочность при переменных напряжениях.

Раздел 4. Расчет и конструирование деталей машин общего назначения. Общие вопросы расчета и конструирования деталей машин. Детали машин и их классификация. Критерии работоспособности и надежности деталей машин. Обеспечение надежности при проектировании машин. Основы стандартизации. Основные понятия о взаимозаменяемости деталей машин. Качества точности. Назначение посадок. Точность геометрической формы деталей. Шероховатость поверхности. Требования к оформлению чертежей. Машиностроительные материалы. Черные и цветные металлы и сплавы. Пластмассы. Термическая обработка деталей. *Механические передачи*, их виды и краткая сравнительная характеристика. Кинематические и энергетические параметры передач. Основы теории точности механизмов. Кинематическая точность. Методы определения. *Фрикционные передачи, вариаторы*. Условие работоспособности и кинематика. Расчеты на прочность деталей фрикционных передач и вариаторов. *Ременные передачи*. Общие сведения. Основные типы и материалы ремней. Кинематические и геометрические параметры. Усилия и напряжения в ремнях. Расчет ременных передач. *Зубчатые передачи*. Общие сведения. Элементы теории зацепления. Эвольвентное зацепление. Геометрический расчет эвольвентных прямозубых и косозубых передач. Геометрия конических передач. Кинематика передач. Силы в зацеплении. Виды повреждений зубьев и основы их расчетов на выносливость по контактному и изгибному напряжениям. Материалы, термообработка и допускаемые напряжения. Конструкции зубчатых колес. Особенности расчета и проектирования планетарных и волновых передач. *Червячные передачи*. Общие сведения. Кинематика и геометрия. Силы в зацеплении. Расчет по контактному и изгибному напряжениям. Тепловой расчет червячного редуктора. *Цепные передачи*. Общие сведения. Кинематика. Конструкции роликовых и зубчатых цепей. Расчет цепной передачи. *Передачи винт-*

гайка. Конструкции. Особенности расчета. *Механизмы прерывистого движения*. Основы проектирование мальтийских, храповых и зубчато-рычажных механизмов. *Валы и оси*. Классификация, конструктивные особенности. Расчеты валов на прочность и жесткость. *Опоры валов и осей*. Классификация подшипников. *Подшипники скольжения*. Конструкции и материалы. Нагрузочная способность. Особенности расчета подшипников скольжения. *Подшипники качения*. Классификация и маркировка. Статическая и динамическая грузоподъемность подшипников. Расчет на долговечность подшипников качения. *Соединения деталей машин*. Общая характеристика и классификация соединений. *Неразъемные соединения*: сварные, паяные, клеевые, заклепочные, с натягом. Особенности расчета сварных соединений. Факторы, влияющие на прочность сварного шва. *Резьбовые соединения*. Общая характеристика соединений. Основные типы резьб. Особенности нагружения и критерии работоспособности. Расчет резьбовых соединений. *Шпоночные, шлицевые, профильные и штифтовые соединения*. Общая характеристика. Критерии работоспособности и расчета. *Муфты*. Общие сведения и классификация. Практический подбор и проверочные расчеты элементов муфт. *Упругие соединения и элементы конструкций*. Пружины и резиновые элементы. Общая характеристика. Основы конструирования. *Методы проектирования и конструирования машин*. Общие принципы проектирования и конструирования машин. Стадии и формы организации проектирования машин. Принципы и методика конструирования.

2. Практические занятия.

Примерная тематика практических работ: Сложение и разложение сил. Решение задач на равновесие тел; Кинематика точки. Решение задач по определению траекторий движения, скоростей и ускорений; Кинематика и динамика твердого тела. Решение задач; Расчет на прочность при растяжении-сжатии. Статически неопределимые задачи; Изгиб. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов; Расчет на прочность и жесткость при кручении. Построение эпюр крутящих моментов и углов закручивания; Расчет конструкций на прочность при переменных напряжениях; Сложное сопротивление. Расчет валов, работающих на кручение с изгибом; Кинематические и силовые расчеты механических приводов (определение КПД, выбор электродвигателя, разбивка общего передаточного числа, расчет моментов на валах); Взаимозаменяемость. Выбор допусков и посадок. Определение предельных отклонений формы и взаимного расположения поверхностей. Назначение параметров шероховатости поверхности; Выбор материалов для изготовления зубчатых колес и назначение вида термообработки. Расчет цилиндрических прямозубых и косозубых передач из условия контактной выносливости. Определение геометрических пара-

метров. Проверочный расчет на изгибную выносливость; Особенности расчета конической зубчатой передачи из условия контактной и изгибной выносливости. Определение геометрических параметров; Расчет червячной передачи из условия контактной выносливости. Определение геометрических параметров. Проверочный расчет на изгибную выносливость. Тепловой расчет червячного редуктора; Расчет фрикционных передач; Расчет цепных и ременных передач; Расчет валов и осей. Практический подбор подшипников и определение их долговечности; Расчет резьбовых, шпоночных, шлицевых и сварных соединений; Практический подбор и проверочный расчет соединительных и предохранительных муфт. Конструирование сборочных единиц и разработка общих видов приводов. Оформление расчетно-пояснительной документации.

3. Лабораторные работы.

Перед началом лабораторных работ преподаватель обязан провести инструктаж студентов по технике безопасности, основам электро- и пожарной безопасности в лабораториях кафедр в соответствии с имеющимися утвержденными инструкциями, о чем должны быть сделаны соответствующие записи в журнале по технике безопасности.

Примерная тематика лабораторных работ: Экспериментальное изучение кручения круглого стального стержня; Экспериментальная оценка упругих деформаций балки при прямом изгибе; Определение критической силы при продольном изгибе; Составление схем и структурный анализ механизмов; Кинематический анализ зубчатых механизмов; Построение эвольвентных профилей зубьев зубчатых колес по методу обкатки; Разборка и сборка цилиндрического двухступенчатого редуктора. Расчет геометрических параметров косозубой зубчатой передачи; Разборка и сборка червячного редуктора. Расчет геометрических параметров червячной передачи; Определение КПД многоступенчатого редуктора с цилиндрическими колесами.

4. Курсовое проектирование.

Курсовая работа выполняется студентами после изучения дисциплины и сдачи экзамена. Тематика курсовых работ и порядок их выполнения определяются в соответствии с настоящей программой, методическими указаниями и заданиями на курсовое проектирование, разработанными кафедрой для студентов немашиностроительных специальностей. В качестве заданий рекомендуются простые приводы конвейеров, элеваторов, испытательных станций, станков, насосов и др., а также наиболее типовые изделия машино- и приборостроения. Курсовая работа предусматривается в объеме 2-3 листов формата А1 (общий вид редуктора с разрезом по осям валов; рабочие чертежи 4 деталей) и пояснительной записки в 35...40 страниц. При выполнении курсовой работы рекомендуется широко использовать вычислительную тех-

нику для выполнения расчетов и графики. Обязательным условием является выполнение расчета на ПЭВМ хотя бы одной из передач привода. График проектирования разрабатывается с учетом продолжительности семестра и записывается в задании на проектирование. Защита проектов должна планироваться таким образом, чтобы после последней до начала экзаменационной сессии оставалось не менее одной недели.

5. Контрольные мероприятия.

Для более эффективного усвоения студентами материала курса, привития им навыков решения задач и осуществления текущего контроля за ходом их учебной работы на каждом практическом занятии студентам выдаются домашние задания (решение 2-3 задач из сборников или аналогичных задач, составленных кафедрой, а также изучение по учебникам материала, которому будет посвящено следующее практическое занятие).

По каждому разделу лекционного курса проводится не менее одной аудиторной контрольной работы.

Перед началом лабораторных занятий преподаватель определяет степень готовности студентов (наличие подготовленных заранее протоколов, знание основных положений теории и методики проведения работ) и на основании результатов контроля персонально решает вопрос о допуске к выполнению лабораторных работ. Защита студентами лабораторных работ проводится на следующем занятии. При наличии у студента более трех незащищенных работ он отстраняется от выполнения следующей лабораторной работы до ликвидации задолженности.

Зачеты по курсу проводятся в конце каждого семестра изучения дисциплины по результатам контрольных работ, практических и лабораторных занятий.

В соответствии с учебными планами специальностей экзамен по курсу должен быть предусмотрен в конце второго семестра изучения дисциплины. На экзамен выносятся вопросы по всему курсу дисциплины, т.е. за два семестра ее изучения. Экзамен проводится в письменной форме, а в случае спорной оценки дополняется собеседованием со студентом.

Контроль за ходом выполнения курсовой работы, выполняемой в третьем семестре изучения дисциплины, осуществляется в соответствии с заранее утвержденным графиком (приводится в задании на проектирование). Корректность проектных расчетов передач, выполненных вручную, определяется каждым студентом при помощи расчетов на ПЭВМ (под контролем преподавателя) с использованием комплекса программных продуктов «Трансмех», разработанного для этих целей специалистами кафедры. Результаты машинного расчета (распечатки с принтера) вместе с кратким сравнительным анализом ручных расчетов должны быть обязательно включены в расчетно-пояснительную записку.

Защиты курсовых работ осуществляются в три этапа в соответствии с заранее утвержденным графиком. Комиссии по защите курсовых работ утверждаются заранее заведующим кафедрой и включают не менее трех преподавателей.

Предложено соответствующее информационно-методическое обеспечение, включающее перечень литературных источников, учебно-лабораторное оборудование и наглядные пособия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скойбеда А.Т., Кузьмин А.В., Миклашевич А.А., Левковский Е.Н. и др. Прикладная механика: типовая учебная программа для немеханических специальностей ВТУЗов Республики Беларусь. (Утверждена Министерством образования РБ 24 декабря 1997 г., регистрационный № ТД-53/тип.).

2. Капуста П.П. Методические рекомендации преподавания раздела «Теоретическая механика» в курсе «Техническая механика» // Машиностроение. — Мн., 2002. — Вып. 18. — С. 672–677.

3. Капуста П.П., Бондаренко А.Г. Методические рекомендации преподавания раздела «Сопроотивление материалов» в курсе «Техническая механика» // Машиностроение. — Мн., 2002. — Вып. 18. — С. 677–682.

4. Капуста П.П. Методические рекомендации преподавания раздела «Детали машин» в курсе «Техническая механика» // Машиностроение. — Мн., 2002. — Вып. 18. — С. 682–689.

5. Капуста П.П. Техническая механика: типовая учебная программа для технических специальностей ССУЗов Республики Беларусь. — Мн.: Республиканский институт профессионального образования, 2002. — 43 с.

УДК 621.762

Капуста П.П.

УЧЕБНО-НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ — ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ФОРМА ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ И НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь*

Изложены некоторые аспекты обоснования в своем роде новой формы организации комплексного (интегрированного) решения задач подготовки