

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КУРСА «ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИН» ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В связи с открытием в Белорусском национальном техническом университете и других ВТУЗах Республики Беларусь специальности «Экономика и организация производства (машиностроение)», в базовый и рабочие учебные планы подготовки соответствующих специалистов введен новый учебный курс «Основы проектирования машин». Для его обеспечения потребовалась разработка методически-обоснованной структуры в своем роде новой учебной дисциплины, учитывающей специфику будущей деятельности подготавливаемых специалистов.

Предлагаемые структура и методическое обоснование предметного материала основаны на ранее проведенных разработках [1–4].

Перед началом изучения курса обуславливается его место, необходимость, роль и практическая значимость в общей системе подготовки по учебной дисциплине и специальности. Программа дисциплины «Основы проектирования машин» предусматривает изучение основных положений расчета статических, кинематических, динамических характеристик и свойств конструкций машин - прочности, жесткости и устойчивости. Даются главные критерии их работоспособности, важнейшие методы расчета и принципы проектирования. Изучение дисциплины базируется на знании высшей математики, физики, черчения, информатики, технологии материалов. Целью изучения дисциплины «Основы проектирования машин» является развитие у студентов системного диалектического подхода к инженерным задачам и методам их творческого решения. Основными задачами изучения этой дисциплины являются: овладение студентами теории и практики общинженерных дисциплин как единой системы знаний; ознакомление студентов с основами теории технических систем, основными методами решения инженерных задач, общими и специальными критериями оценки качества конструкций, влиянием технических факторов на экономичность проектных и конструкторских решений. Для обозначения «абстрактной машины» использован в дальнейшем термин «техническая система».

В результате изучения дисциплины студенты должны знать: основные положения расчетов статических, кинематических и динамических характеристик технических систем; основные методы расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения; критерии работоспособности и методы их расчета для деталей и механических передач общего назначения и основы их проектирования. Студенты должны уметь: составлять расчетную схему или модель и проводить расчеты типовых для данной отрасли машиностроения элементов машин и механических приводов в процессе проектирования.

Изучение дисциплины должно вестись на базе современных представлений статики, кинематики, динамики, основных положений теории механизмов и машин, механики конструкционных материалов, теории прочности, надежности, деталей машин и автоматизированного проектирования.

Предложенный в качестве типовой учебной программы проект дисциплины рассчитан на 90 часов, в т.ч. лекций — 54 часа, практических занятий - 36 часов.

Структура и содержание курса включают следующие основные положения. **Основы теории технических систем.** Сущность технической системы (ТС), модель, функциональная структура, конструктивная схема. Понятие конструктивной характеристики. Граница, окружение, классификация, свойства ТС. Экономическая эффективность, оценивание надежности и качества, этапы создания и использования, эволюция, тенденции технического развития ТС. **Статические характеристики технических систем.** Основные понятия: материальная точка, абсолютно твердое тело, сила. Системы сил и их классификация, эквивалентные и уравновешенные системы сил, равнодействующая сила, равновесие, задачи статики. Аксиомы статики: закон инерции, условие равновесия двух сил, принцип присоединения, правило параллелограмма, закон равенства действия и противодействия. Проекция силы на ось, на две или три взаимно перпендикулярные координатные оси. Сложение двух сил и разложение силы на две составляющие. Пара сил, момент пары сил, правило знаков, эквивалентные и уравновешивающиеся пары сил. Связи, их классификация, реакции связей. Система сходящихся сил, плоская и пространственная. Сложение, силовой многоугольник, определение равнодействующей, теорема о проекции суммы сил на ось координат, условие равновесия плоской системы сходящихся сил, уравнения равновесия. Сложение и равнодействующая пространственной системы сходящихся сил, условие и уравнение равновесия. Плоская и пространственная системы произвольно расположенных сил, эквивалентные преобразования, приведение к данному центру, главный вектор и главный момент. Теорема Вариньона о моменте

равнодействующей плоской и пространственной системы произвольно расположенных сил. Условия равновесия плоской и пространственной системы произвольно расположенных сил, методика решения статических задач. Общие понятия о статически неопределимых задачах. Трение скольжения: сила, угол, коэффициент и конус трения, условие самоторможения. Трение качения, коэффициент трения качения. Центр параллельных сил и центр тяжести, определение его координат, моменты опрокидывания и устойчивости, коэффициент устойчивости. **Кинематические характеристики технических систем.** Основные понятия: система отсчета, траектория, расстояние, путь, время, скорость, ускорение. Способы задания движения точки, прямолинейное и криволинейное, скорость и ускорение. Простейшие движения тела: поступательное и вращательное, определение скоростей и ускорений. Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей и ускорений. Плоскопараллельное движение тела. Мгновенный центр скоростей, определение абсолютной скорости точек тела. **Динамические характеристики технических систем.** Основные понятия: масса, материальная точка, сила. Аксиомы динамики: принцип инерции, основной закон динамики точки, закон независимости действия сил, закон равенства действия и противодействия. Основные задачи динамики (прямая и обратная). Движение точки, сила инерции, принцип Д'Аламбера, метод кинестатики. Работа и мощность: работа силы тяжести и упругости, понятие о мощности и о механическом коэффициенте полезного действия (КПД). КПД системы механизмов при последовательном и параллельном соединении. Работа и мощность при вращательном движении тела. Общие теоремы динамики. Импульс силы, количество движения, теорема об изменении количества движения точки. Кинетическая энергия и теорема об изменении кинетической энергии точки. Момент количества движения и теорема об изменении момента количества движения точки. Понятие о механической системе, основное уравнение динамики вращающегося тела. Моменты инерции однородных тел. Кинетическая энергия при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движениях тела, теорема об изменении кинетической энергии системы. Уравновешивание сил инерции. Балансировка вращающихся тел. **Свойства конструкций технических систем.** Понятие о расчетах деталей технических систем на прочность, жесткость и устойчивость. Деформируемое тело, деформации упругие и пластические. Нагрузки внешние и внутренние, классификация нагрузок. **Основные гипотезы и допущения.** Классификация элементов конструкций по геометрическим признакам. **Внешние и внутренние силовые факторы** в элементах конструкций. Метод сечений. Понятие о напряженном состоянии в точке тела: механическое напряжение. Алгоритмическая формула на-

пряжения. Геометрические характеристики сечения. Напряжение: полное, нормальное, касательное. *Растяжение и сжатие*: продольные силы и нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса, построение их эпюр. Максимальные касательные напряжения в наклонных сечениях бруса. Деформации продольные и поперечные, абсолютные и относительные. Закон Гука, модуль продольной упругости, коэффициент Пуассона. Определение продольных деформаций и осевых перемещений поперечных сечений бруса, построение эпюр перемещений. *Испытания материалов*: классификация испытаний по виду нагружения и характеру нагрузок. Классификация конструкционных материалов. Испытания материалов на растяжение и сжатие при статическом нагружении, диаграмма растяжения малоуглеродистой стали, ее характерные параметры и характеристики прочности. Диаграмма растяжения хрупкопластичного материала, условный предел текучести, закон повторного нагружения (наклон). Диаграмма растяжения хрупких материалов. Предельные и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности, факторы, влияющие на его величину и выбор. Условие прочности при растяжении и сжатии. Расчеты на прочность: проектный, проверочный, определение допускаемой нагрузки. *Срез и смятие*: условие прочности, расчеты заклепочных, штифтовых, резьбовых и шпоночных соединений. *Кручение, срез с кручением*: внутренние силовые факторы, построение эпюр крутящих моментов. Чистый сдвиг, угол сдвига, закон Гука при сдвиге, модуль сдвига. Зависимость для трех упругих постоянных для изотропного тела. Деформации при кручении: угол сдвига, угол закручивания. Кручение прямого бруса круглого сечения, касательные напряжения при кручении, условия прочности и жесткости, расчеты на прочность и жесткость. Расчет цилиндрических винтовых пружин растяжения и сжатия на прочность и жесткость. *Изгиб*: основные понятия и определения. Классификация видов изгиба: прямой, косой, чистый и поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы при прямом изгибе, дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов для балок. Чистый изгиб: зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси бруса, нормальные напряжения, зависимость для их определения. Расчеты на прочность при изгибе: проектный, проверочный, определение допускаемой нагрузки. Брус равного сопротивления изгибу. Рациональные формы поперечных сечений балок из пластичных, хрупкопластичных и хрупких материалов. Понятия о касательных напряжениях в продольных и поперечных сечениях брусьев при прямом изгибе, формула Журавского, линейные и угловые деформации при прямом изгибе. Условия жесткости и расчета на жесткость при изгибе. *Изгиб*

с кручением и кручение с растяжением (сжатием): внутренние силовые факторы в данных случаях. Понятие о напряженном состоянии в точке тела, главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния: объемное, плоское, линейное. Эквивалентные напряженные состояния и эквивалентное напряжение. Гипотезы прочности, их назначение. Гипотеза наибольших касательных напряжений, гипотеза Мора, гипотеза энергии формоизменения. Области применения и точность гипотез прочности. Расчеты бруса круглого сечения на изгиб с кручением и при совместном кручении с растяжением (сжатием), применение гипотез в этих случаях. *Устойчивость сжатых стержней*: понятие об устойчивости, внутренние силовые факторы, критическая сила, формула Эйлера. Учет влияния формы сечения и способов крепления концов стержня. Критическое напряжение, гибкость стержня, предельная гибкость, пределы применимости формулы Эйлера. Эмпирическая зависимость Ясинского для критических напряжений. Графическая зависимость критических напряжений от гибкости. Условие устойчивости, коэффициент запаса устойчивости, расчеты на устойчивость. Рациональные формы поперечных сечений сжатых стержней, способы повышения их устойчивости. *Основы теории механизмов и машин и детали машин*. Основные понятия. Машина и механизм. Классификация машин в зависимости от их назначения. Машины-двигатели, машины-преобразователи, рабочие машины. Классификация механизмов, принципы их построения. *Структура, анализ и синтез механизмов*. Звенья и кинематические пары. Определение подвижности механизмов. Определение параметров движения звеньев механизмов, построение планов скоростей и ускорений на примере рычажных механизмов. Силы, действующие в механизмах, и способы их определения. *Нагруженность машин и их деталей*. Нагруженность, виды нагруженности деталей машин и их классификация: статическое и переменное нагружение. Возникновение переменных напряжений, циклы напряжений и их характеристики. *Сопrotивление усталости*. Причины усталостного разрушения деталей. Предел выносливости и факторы, влияющие на него. Испытания на сопротивление усталости, кривая усталости (кривая Велера), предел выносливости, предел ограниченной выносливости. Коэффициент долговечности. Факторы, влияющие на предел выносливости: концентрация напряжений, размеры поперечного сечения, запрессовка деталей, шероховатость поверхности, поверхностное упрочнение. Коэффициент снижения предела выносливости. Испытания деталей машин на сопротивление усталости, понятие о ресурсе деталей по критерию сопротивления усталости. Расчет на сопротивление усталости при одно- и двухосном напряженном состоянии. *Контактные напряжения и контактная прочность*. Основные понятия и определе-

ния. Контакт сферических и цилиндрических тел под нагрузкой. Определенные величины контактных напряжений (формула Герца). Понятие о контактной усталости. Контактная прочность и пути ее повышения. *Основные понятия надежности машин и деталей.* Надежность детали и машины, долговечность, ресурс, отказ, ремонтпригодность, сохраняемость, показатель надежности, интенсивность отказов. Средняя наработка до отказа. Основное уравнение теории надежности. *Критерии работоспособности и расчета деталей машин.* Прочность, жесткость, износостойкость, виброустойчивость и теплоустойчивость. Проектные и проверочные расчеты деталей машин. *Механические передачи, общие сведения и их классификация.* Классификация и сравнительная характеристика механических передач. Основные кинематические и силовые соотношения в передачах. Механический привод машины, кинематические схемы приводов, выбор электродвигателя, кинематический и силовой расчеты привода. *Зубчатые передачи.* Общие сведения о зубчатых передачах, классификация, основы теории зубчатого эвольвентного зацепления, теорема зацепления, основные геометрические характеристики эвольвентного зацепления. Принцип нарезания зубьев методом обкатки, делительная окружность, исходный контур зубчатой рейки, точность зубчатых передач, подрезание зубьев. Основные понятия о зубчатых колесах со смещением (корригирование). Основные геометрические и кинематические соотношения цилиндрических (прямозубых, косозубых, шевронных) и конических (прямозубых и непрямозубых) передач. Виды разрушения зубьев. Критерии работоспособности и расчета зубчатых передач, материалы зубчатых колес и допускаемые напряжения. Расчет зубчатых передач на прочность, выбор точности зубчатых передач. Расчет зубчатых передач на контактную выносливость активных поверхностей зубьев колес. Зависимости для проектного и проверочного расчетов. Особенности расчета конических передач. Выбор расчетных коэффициентов и основных параметров. Расчет зубчатых передач на изгибную выносливость. Зависимости для проектного и проверочного расчетов. Особенности расчета конических передач. Выбор расчетных коэффициентов и основных параметров. Конструирование зубчатых колес. *Червячные передачи.* Общие сведения, классификация, основные геометрические соотношения, передаточное число. Скорость скольжения, силовые соотношения и КПД червячной передачи. Критерии работоспособности и расчета элементов передачи. Материалы червяков и червячных колес. Допускаемые контактные напряжения. Расчет зубьев колес на контактную прочность и на сопротивление усталости при изгибе. Зависимости для проектного и проверочного расчетов. Выбор расчетных коэффициентов и основных параметров. Расчет валов-червяков на жесткость. *Ременные передачи.*

чи. Общие сведения, классификация, конструкции ремней, шкивов и натяжных устройств. Основные геометрические и силовые соотношения в ременных передачах. Напряжения и эпюра напряжений по длине ремня. Кинематика передач, скольжение ремня, типовые кривые КПД и коэффициента скольжения в зависимости от коэффициента тяги. Расчет ременных передач по тяговой способности. *Оси и валы.* Назначение, классификация, конструктивные элементы, материалы. Критерии работоспособности, расчет валов на статическую и усталостную прочность. Понятие о расчетах валов и осей на жесткость и колебания. *Подшипники качения.* Устройство, достоинства и недостатки, классификация и маркировка. Особенности работы радиально-упорных шарико- и роликоподшипников. Статическая и динамическая грузоподъемность и подбор подшипников качения. Расчет подшипников на долговечность. Монтаж, демонтаж и регулировка подшипников качения. *Соединения деталей машин.* Назначение и общая классификация соединений и сборочных единиц машин. Неразъемные и разъемные соединения. Сравнительная характеристика, достоинства, недостатки и области применения различных соединений (сварные, заклепочные, паяные, клеевые, штифтовые, шпоночные, шлицевые, профильные, резьбовые и с натягом). *Муфты.* Назначение и классификация. Устройство и принцип работы основных типов муфт, их сравнительная характеристика. Методика подбора стандартных муфт по расчетному моменту, проверочные расчеты элементов различных муфт. *Методы проектирования и конструирования машин.* Общие принципы проектирования и конструирования машин. Стадии и формы организации проектирования машин. Принципы и методика конструирования. Влияние масштаба производства на методы формообразования деталей машин. *Понятия о численных методах расчета деталей машин.* Численные методы анализа прочности и жесткости сложных сборочных единиц и деталей машин при простом и сложном напряженном состоянии. Понятия о методах конечных разностей, ортогонализации, минимума полной энергии, конечных элементов, их краткая сравнительная характеристика и рекомендации по использованию. *Понятия о вероятностных методах расчета и прогнозирования надежности деталей машин.* Размеры деталей, свойства материалов, точность изготовления, нагруженность машин как случайные варьирующие величины. Связь между вероятностью неразрушения детали и запасом ее прочности. Вероятностные диаграммы усталости. *Понятия об оптимальном проектировании деталей машин.* Основные задачи и проблемы оптимального проектирования деталей машин, его содержание. Понятия о математических моделях оптимального проектирования (одно- и многокритериальные задачи). *Понятия об автоматизированном проектировании деталей машин.* Общие све-

дения об автоматизированном проектировании. Многовариантность расчетов. Принципы построения системы автоматизированного проектирования (САПР). Структура и материально-техническая основа САПР. Обеспечение САПР: техническое, методическое, математическое, лингвистическое, программное. Общие представления о связи САПР и автоматизированной системы подготовки технологии производства с автоматизированным производственным процессом. *Понятия об экономическом обосновании проектирования машин.* Техничко-экономический анализ (ТЭА) конструкции машины. Содержание ТЭА при проектировании новых изделий. Формирование технико-эксплуатационных показателей машины. Методы ТЭА при проектировании машины.

Примерный перечень практических занятий. Решение задач на равновесие тел под действием плоской и пространственной системы сил. Решение задач по определению траекторий движения, скоростей и ускорений точек тела. Решение задач по кинематике твердого тела при поступательном, вращательном и плоском движении. Построение планов скоростей, ускорений и положений рычажных механизмов. Расчет балок на прочность при растяжении, сжатии. Геометрические характеристики сечений. Определение моментов инерции сложных сечений. Построение эпюр крутящих моментов и углов закручивания. Расчет на прочность и жесткость валов. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Подбор сечений, расчет на прочность балок. Расчет валов, работающих на кручение с изгибом. Кинематический и силовой расчеты механических приводов. Расчет зубчатых, ременных, цепных передач. Расчет валов и осей. Выбор подшипников, проверочный расчет по динамической грузоподъемности.

Примерное содержание расчетно-графических работ. Изгиб. Построение эпюр и подбор сечений балок. Кинематический и силовой расчеты механических приводов. Расчет на прочность и определение геометрических размеров зубчатой передачи, входящей в привод. Разработка конструкции вала с колесом в сборе, расчет вала на статическую прочность и на сопротивление усталости. Подбор и расчет подшипников вала на динамическую грузоподъемность.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Капуста П.П. Методические рекомендации преподавания раздела «Теоретическая механика» в курсе «Техническая механика» // Машиностроение.

— Мн., 2002. — Вып. 18 — С. 672 — 677. 2. Капуста П.П., Бондаренко А.Г. Методические рекомендации преподавания раздела «Сопротивление материалов» в курсе «Техническая механика» // Машиностроение. — Мн., 2002. — Вып. 18 — С. 677 — 682. 3. Капуста П.П. Методические рекомендации преподавания раздела «Детали машин» в курсе «Техническая механика» // Машиностроение. — Мн., 2002. — Вып. 18 — С. 682 — 689. 4. Капуста П.П. Техническая механика: типовая учебная программа для технических специальностей ССУЗов Республики Беларусь. — Мн.: Республиканский институт профессионального образования, 2002. — 43 с.

УДК:37(476):316.334

В.А. Клименко

ВЛИЯНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ НА РАЗЛИЧНЫЕ СТОРОНЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В соответствии с Всемирной декларацией «Образование для всех», как известно, образование должно удовлетворять важнейшие образовательные потребности личности. Эти потребности включают в себя усвоение базовых навыков, необходимых личности для того, чтобы быть способной выживать, развивать собственные способности, вести достойный образ жизни, активно участвовать в развитии общества, продолжать образование.

Поэтому в условиях, когда происходит переход от индустриального к информационному обществу, в котором основу экономики составляют новейшие информационные и коммуникационные технологии, когда знания и информация становятся, определяющим фактором развития общества, изменяются запросы государства к квалификации работника, а, следовательно, и к системе образования. Новые установки государства определяются подготовкой профессионально компетентного, инициативного, творчески активного, социально ответственного специалиста, готового к постоянному самообразованию и самостоятельному принятию решений в условиях вероятностной рыночной среды.

Второй этап социологического мониторинга Института социологии НАН Беларуси, проведенный в октябре 2003 года (опрошено 2300 человек), подтвердил, что в современных условиях социально-экономического развития