

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ
РАЗДЕЛА “ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА”
В КУРСЕ “ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА”**

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Общие положения

В основу рассматриваемых методических рекомендаций положен принцип усиления межпредметных и внутрипредметных связей и системного подхода к содержанию, анализу и изучению материала в своем роде особенного учебного курса, объединяющего четыре (теоретическая механика с элементами теории механизмов и машин, сопротивление материалов и детали машин) инженерных дисциплины.

Последовательность изучения отдельных разделов может быть частично изменена. Например, допускается изучать сопротивление материалов после статики, параллельно с изучением кинематики и динамики. Возможно первоначальное изучение кинематики, затем статики, динамики и сопротивления материалов. Изучение деталей машин необходимо начинать после изучения теоретической механики и сопротивления материалов.

Изучение теоретического материала должно сопровождаться решением достаточного количества соответствующих задач (включая расчетно-графические работы) и проведением лабораторно-практических работ, предусмотренных учебными планами по специальностям.

Обучение должно вестись с постоянным увеличением доли самостоятельного труда студентов: от простого конспектирования на лекциях до решения задач, выполнения лабораторных, практических работ и курсового проекта.

Курсовое проектирование является завершающим этапом обучения и предусматривает максимально самостоятельную работу студентов с овладением навыками использования учебных, справочно-методических источников, стандартов и другой литературы.

В курсовом проектировании студенты должны сознательно применять полученные ранее знания, проявляя при этом элементы их творческого использования.

Результативность обучения оценивается как на промежуточных этапах контроля, так и при защите курсового проекта и сдаче итоговых экзаменов.

В процессе изучения предмета рекомендуется уделить особое внимание следующему.

Теоретическая механика

Перед изучением необходимо четко уяснить место, цели и задачи теоретической механики и ее разделов; изначально увязать теоретическую часть предмета с ранее изученными разделами физики и математики, с ее практической значимостью и местом в технической подготовке (в том числе по конкретной специальности).

В теме “Основные понятия и аксиомы статики; связи и реакции связей”, кроме систематизации основных понятий (материальная точка, абсолютно твердое тело, сила и система сил), необходимо подробно рассмотреть классификацию систем сил, научив учащихся при этом “видеть” тот или иной класс системы сил в различных конструкциях и механизмах. Проекции силы на ось (две или три взаимно перпендикулярные оси) должны свободно определяться студентами с пониманием необходимости этих навыков в дальнейшем.

Рассматривая пару сил и моменты силы относительно точки и оси, надо добиться понимания студентами вращающего действия на тело пары сил и силы относительно точки и оси и умений определять их моменты и направления действия. При этом должно быть достигнуто понимание того, что уравновесить пару сил можно только парой.

При изучении аксиом статики акцентируется внимание студентов на том, что они справедливы только для абсолютно твердых тел (их изучение поясняется достаточным количеством примеров).

При изучении связей и их реакций надо добиться четкого понимания студентами понятий связанных и несвязанных тел, типов связей; активных и реактивных нагрузок, способов определения направления последних.

Закончить изучение темы следует, добившись ясного представления студентами о том, что все конструкции нагружены системами одновременно действующих активных и реактивных сил и главной задачей статики является определение последних.

Тема “Системы сил” изучается по схеме: сложение системы сил, условия и уравнения равновесия, решение задач на определение реакций соответствующих связей.

Рекомендуется вывести уравнения равновесия для плоских систем сходящихся и произвольно расположенных сил. Для пространственных систем сил допускается давать соответствующие уравнения равновесия без вывода (учитывая количество часов на предмет по специальности). Обязательным является уяснение студентами того, что система сходящихся сил в результате сложения заменяется одной силой – равнодействующей, а система произвольно расположенных сил – главным вектором (силой) и главным моментом (парой сил). Различие плоских и пространственных систем сил состоит лишь в том, что их равнодействующие и главные векторы и моменты

лежат соответственно в одной плоскости с системой сил или направлены произвольно в пространстве.

Изучение систем параллельных сил рекомендуется проводить как частный случай системы произвольно расположенных сил (плоских и пространственных).

Решение задач на определение соответствующих реакций связей должно сводиться к установлению класса системы сил, рациональному выбору направления вспомогательной системы координат (плоской и пространственной), составлению соответствующих уравнений равновесия, их решению и проверке решения. При этом проверку задач на равновесие пространственной системы произвольно расположенных сил для экономии учебного времени делать необязательно.

Тему "Связи с трением: трение скольжения и качения" следует рассмотреть весьма кратко, акцентируя внимание студентов на том, что схемы задач на трение скольжения и качения являются лишь конкретным практическим приложением к решению задач на плоскую систему произвольно расположенных сил. Здесь основное внимание обращается на силу и коэффициент трения при скольжении и качении, их сравнительную характеристику и роль трения скольжения и качения в технике. Подробно рассматривается условие самоторможения и его практическая значимость (для определения коэффициента трения скольжения в резьбовых соединениях, в передачах винт-гайка).

Задачи на определение реакций связей должны содержать схемы таких конструкций, которые найдут логическое применение в сопротивлении материалов и деталях машин (например, определение опорных реакций статически определимых балок, валов и т. п.).

Тема "Центр параллельных сил и центр тяжести; устойчивость равновесия" также рассматривается как частное приложение задач на системы параллельных сил (на примере параллельных сил тяжести). Рекомендуется (при наличии достаточного количества учебных часов) вывести формулы для определения координат центра тяжести плоских сечений, состоящих из простых геометрических фигур (включая стандартные профили проката). При этом необходимо использовать понятие статического момента инерции сечения и центральных осей, отмечая значение этих характеристик при изучении соответствующих тем сопротивления материалов.

Особое внимание обращается на решение задач по определению координат центра тяжести сечений.

Вопросы, связанные с устойчивостью равновесия, рассматриваются, как правило, кратко, что обусловлено особенностями специальности и количеством отведенного на предмет учебного времени.

Разделы "Кинематика" и "Динамика" изучаются сравнительно кратко. Делается акцент на том, что кинематика изучает движение с точки зрения геометрии (неза-

висимо от причин, вызывающих движение), и дав понятия о естественном (геометрическом), координатном и векторном способах задания движения точки, следует продолжить изучение кинематики, используя естественный способ задания движения точки. При этом важно систематизировать знания, полученные студентами при изучении соответствующих разделов и тем физики, математики, и базироваться на них. Это особенно касается тем: “Основные понятия кинематики”, “Простейшие движения твердого тела”, “Основные понятия и аксиомы динамики”, “Работа и мощность”. Так, если подготовка ведется, например, в ССУЗе на основе базового образования, цикловой комиссии технической механики целесообразно выйти с предложением о рассмотрении в соответствующих темах математики (например, тема “Производные”) примеров и задач на определение скорости и ускорения в данный момент времени, кинематических графиков и связи между ними, некоторых других вопросов.

При изучении темы “Простейшие движения твердого тела” акцентируется внимание на том, что при поступательном движении твердого тела все его точки имеют одинаковые (эквидистантные) траектории, скорости и ускорения, а при вращательном – различные, предметом изучения чего и является данная тема. Особое внимание здесь следует уделить вращательному движению твердого тела (закон вращательного движения, угловая скорость и ускорение в данный момент времени) и связи между линейными и угловыми скоростями и ускорениями всех точек вращающегося тела.

В теме “Сложное движение точки” должно быть дано четкое различие простого и сложного движения точки. Необходимо научить студентов для простейших схем механизмов раскладывать сложное (абсолютное) движение точки на переносное и относительное, строить соответствующие расчетные схемы для задач и решать их. При этом обращается внимание на общий и частные случаи определения абсолютной скорости точки.

Вопросы определения абсолютного ускорения при сложном движении точки не рассматриваются.

Тема “Сложное движение твердого тела” рассматривается на примере плоскопараллельного движения твердого тела. Здесь необходимо показать возможность разложения сложного движения твердого тела на поступательное и вращательное, доказать существование мгновенного центра скоростей и научить студентов основным способам его определения. Решение задач на определение абсолютных скоростей точек тела необходимо свести к задачам на вращательное движение относительно мгновенного центра скоростей, введя понятие мгновенной угловой скорости.

Изучать раздел “Динамика” можно только после изучения статики и кинематики.

В теме “Основные понятия и аксиомы динамики” необходимо акцентировать внимание студентов на их динамическом смысле и роли при решении прямой и обратной задач динамики.

Тема “Движение материальной точки; метод кинестатики” изучается на основании умения определять направление и модуль сил инерции для различных видов движения материальной точки. Поэтому данному вопросу в теме уделяется главное внимание. На этом этапе изучения темы должны приводиться примеры силового динамического анализа простейших подвижных систем и механизмов с учетом всех сил, действующих на материальную точку: активных, инерции и реактивных. После этого излагается сущность принципа Д’Аламбера, на основании чего рассматриваются задачи на равновесие систем соответствующих динамических задач (излагается способ решения задач динамики методом кинестатики).

В теме “Работа и мощность” сначала излагаются физическая сущность и единицы измерения работы и мощности при действии постоянной силы. Работу переменной силы на криволинейном перемещении можно изложить лишь на понятийном уровне. Необходимо четко разграничить понятие работы силы тяжести и потенциальной энергии материальной точки (тела).

Рассмотрение механического КПД необходимо давать в связи с примерами работы простейших механизмов и машин.

Особое внимание в теме надо уделить работе и мощности при вращательном движении, увязав при этом воедино статическое, кинематическое и динамическое понятия (вращающий момент и окружную силу, частоту вращения (угловую скорость) и мощность); при этом следует показать важность такой связи для проведения динамического анализа машин и механизмов.

В теме “Введение в динамику механической системы” дается определение понятия “механическая система”, классификация и свойства внешних и внутренних сил, действующих на систему. Далее кратко излагаются основные понятия динамики системы согласно действующей программе. При этом учитывается уровень подготовки по соответствующему разделу физики. Акцент делается на аналогии дифференциальных уравнений движения и основных понятий механической системы и материальной точки.

В теме “Общие теоремы динамики” кратко излагаются программные понятия и вопросы с акцентированием внимания на их физической сущности, размерности и применении для решения задач различными методами. Обращается внимание на практическое применение изученного материала при балансировке вращающихся материальных тел. Все понятия и теоремы желательно рассмотреть с общих позиций, указав влияние вида движения твердого тела (поступательное, вращательное и плос-

кое). Особый акцент делается на дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси.

Изучение принципа Даламбера и уравнений Лагранжа проводится на понятийном уровне (без вывода основных уравнений). Рассматриваются основные понятия систем (обобщенные координаты и обобщенные скорости), выражение элементарной работы и мощности в обобщенных координатах, обобщенные силы и их вычисление. Дифференциальные уравнения движения системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа 2-го рода) даются кратко в связи с основными методами решения задач теоретической механики и примерами их применения на практике.

Завершить изучение раздела “Теоретическая механика” необходимо кратким обобщением пройденного материала с выделением вопросов, важных для освоения последующих разделов предмета “Сопrotивление материалов” и “Детали машин”.

УДК 621. 81: 001

П.П. Капуста, А.Г. Бондаренко

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ РАЗДЕЛА “СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ” В КУРСЕ “ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА”

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Перед началом изучения раздела обуславливается его место, необходимость, роль и практическая значимость в общей системе подготовки по учебной дисциплине и специальности.

Программный материал излагается структурно на основании классификации (см. тему “Основные положения”) видов нагружения элементов конструкций: растяжение и сжатие; срез и смятие; кручение и срез с кручением; изгиб; растяжение (сжатие) и изгиб; изгиб с кручением, кручение с растяжением (сжатием); устойчивость сжатых стержней.

Методически схема изучения всех видов нагружения одинакова: от активных внешних нагрузок, действующих на элемент конструкции, к определению реактивных нагрузок (решая соответствующую задачу статики или динамики), от внутренних силовых факторов (используя метод сечений) к соответствующим им напряжениям (нормальным, касательным или эквивалентным). При этом обращается внимание, что алгоритм-формула определения напряжений при всех видах нагружения одинакова: напряжение равно частному от деления величины внут-