

УДК 531.00

**РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ИНТЕГРАТИВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
НА БАЗЕ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ**

*канд. техн. наук, доц. В.Э. ЗАВИСТОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц. В.Ф. КОРЕНСКИЙ,
д-р физ.-мат. наук, доц. В.Н. КОРОВКИН, канд. техн. наук, доц. О.В. ШУМОВ
(Полоцкий государственный университет)*

Основной принцип межпредметной интеграции заключается в том, что элементы знаний общеинженерных и специальных дисциплин должны конструироваться из элементов знаний фундаментальных дисциплин путем их укрупнения. При таком подходе к организации учебно-познавательной деятельности обеспечивается непрерывность и преемственность в изучении дисциплин, отсутствие дублирования материала. В механике как науке о явлениях природы исходят из наблюдаемых и устанавливаемых экспериментально фактов. Практика, опыт должны подтвердить приемлемость принимаемых допущений. Технологический аспект проектирования интегрированного содержания раскрыт на примере интеграции дисциплин «механического» цикла: «Теоретическая механика», «Теория механизмов и машин», «Детали машин», которые в значительной мере формируют специфику профессионального мышления. Переход к модернизированной дидактической модели должен осуществляться поэтапно и по нескольким направлениям. Одним из них может стать введение в практику технических вузов междисциплинарных учебных комплексов.

Введение. Традиционная дискретно-дисциплинарная модель реализации содержания обучения на протяжении продолжительного периода обеспечивала подготовку поколений высококвалифицированных специалистов, соответствовавших требованиям своего времени, однако новые общественно-экономические отношения, а также изменение требований к современному специалисту обуславливают необходимость ее коррекции. Формальная разобщенность родственных дисциплин в учебных планах, неоправданные различия в понятийно-терминологическом аппарате, слабое использование межпредметных связей в учебном процессе не способствуют целенаправленному формированию целостной системы знаний.

Межпредметная интеграция. В настоящее время интеграция рассматривается как перспективное направление совершенствования современного образования. При этом различают несколько уровней интеграции [1 – 4]:

- межвузовская (учебно-методические объединения вузов);
- региональная (учебно-научно-промышленные комплексы);
- концептуальная (интеграция гуманитарной и политехнической концепций);
- междисциплинарная (междисциплинарные связи);
- внутридисциплинарная (интеграция форм, методов и средств обучения).

Основной принцип межпредметной интеграции заключается в том, что элементы знаний общеинженерных и специальных дисциплин должны конструироваться из элементов знаний фундаментальных дисциплин путем их укрупнения. При таком подходе к организации учебно-познавательной деятельности обеспечивается непрерывность и преемственность в изучении дисциплин, отсутствие дублирования материала. Интеграционный подход к освоению специальных дисциплин на деле реализует принцип связи теории с практикой, актуализируя знания в профессиональной деятельности. Кроме того, он значительно повышает уровень мотивации при изучении вспомогательных дисциплин, являющихся инструментарием при решении производственных задач.

Внутрипредметная интеграция методов, форм и средств обучения позволяет на совершенно новом уровне организовывать лекционные, лабораторные, практические занятия, самостоятельную работу студентов, курсовое и дипломное проектирование посредством:

- широкого использования коллективных форм познавательной деятельности (парная и групповая работа, ролевые и деловые игры и др.) с учетом личностных характеристик при разработке индивидуальных заданий и выборе форм общения;
- выработки у преподавателя соответствующих навыков организации управления коллективной и индивидуальной учебной деятельностью студентов и педагогического общения;
- применения различных форм и элементов интерактивного, проблемного обучения, применения современных аудиовизуальных средств, ТСО, информационных средств обучения;
- совершенствования содержания профессиональной подготовки.

Принцип преемственности в содержании учебных дисциплин играет роль организатора и координатора знаний, давая студентам представление о том, какую специальность они выбрали и какую работу они смогут выполнять в рамках этой специальности и вне ее.

Межпредметные связи естественно-математических дисциплин. Задача механики – описание движения тела, механической системы. Движение вызвано взаимодействием с окружающими телами, и важнейший этап познания этого явления – обнаружение зависимостей, связывающих величины, характеризующие изменения конфигурации этих тел. Такие зависимости представляют системы уравнений, которые вместе с условиями (начальными и граничными) составляют математическую модель механического движения.

После того как сформирована математическая модель, полученные уравнения становятся объектом исследования математики. Цель соответствующих разделов математики – создание методов исследования этих уравнений (включая и численные методы, ориентированные на использовании ЭВМ), построение математического решения задачи.

Но получить математическое решение системы уравнений еще не означает решить задачу механики. В механике стремятся иметь полное решение, дающее представление обо всех особенностях движения тела в наглядной форме, доступной непосредственному восприятию. Создаваемые в механике методы построения полных решений требуют учета специфики рассматриваемого круга задач.

Используя различные формальные конструкции (квадратуры, ряды и т.п.), иногда получают математическое решение в аналитической форме с набором характеризующих объектов параметров, для которых установлены промежутки допустимых значений.

В таких случаях иногда оказывается возможным выполнить качественный анализ математических решений и получить информацию об особенностях изучаемых движений. Но решение каждой конкретной (в особенности технической) задачи неизбежно будет сведено к операциям над конечным множеством рациональных чисел. К таким операциям теперь нередко приспособливают и саму математическую модель, преобразуя ее на основе методов численного анализа, таких как метод конечных элементов, метод конечных разностей и т.п. Широкое использование в прикладных исследованиях средств вычислительной техники оказывает влияние и на формируемую математическую модель. Она может быть представлена в виде алгоритма, реализуемого на ЭВМ. На таком пути аналитические соотношения могут и не появляться, весь процесс решения задач механики сводится к обработке на ЭВМ конечного массива рациональных чисел.

Современные представления о строении вещества и наличие мощных вычислительных средств, способных переработать громадные массивы чисел, соответствуют модели, представляющей тело совокупностью конечного числа материальных точек.

Принципиальную роль здесь сыграла способность мышления человека формировать в сознании и легко воспринимать при передаче информации сугубо мыслимые конструкции – предельные абстракции.

Возникающие при этом представления о неразрывном сплошном распределении вещества казались более допустимым и простым. Именно оно способствовало развитию преимущественно аналитических методов исследования, что затем и привело к понятию вещественного числа.

Создание в механике приборов для построения окружностей, отрезков, линий и сопутствующее такими построениями формирование в сознании предельных абстракций (геометрических линий и вещественных чисел) проходило в едином процессе познания, и вряд ли имеет смысл их различать, а тем более противопоставлять. Необходимо лишь заметить, что в последующем развитии науки в механике и математике формировались свои пути введения исходных основополагающих понятий, связываемых с понятием сплошности, непрерывности.

В механике как науке о явлениях природы исходят из наблюдаемых и устанавливаемых экспериментально фактов. Практика, опыт должны подтвердить приемлемость принимаемых допущений. Находящаяся, строго говоря, в противоречии с современными представлениями о строении вещества гипотеза о сплошности тела все же, как показывает практика, в области, исключаящей микромир, оказывается приемлемой, она допустима и проста.

В большинстве вопросов исследователь в самом начале своих вычислений предполагает, что материя непрерывна или, наоборот, что она состоит из атомов. Следует добавить, что развитие вычислительных методов и средств оказывает все большее влияние на отбор отвечающих им математических моделей явления. Проявляющая тенденция более широкого использования моделей, основанных на представлении о дискретности, приводит к переоценке аналитических методов исследования. Не исключено, что в дальнейшем эта тенденция приведет к определенной изоляции наиболее абстрактных разделов математики, к явному приданию им статуса «чистой науки», что может поставить под сомнение целесообразность дальнейшего их развития.

В математике непрерывное числовое множество – это мыслимая конструкция, создаваемая пополнением совокупности посредством формально вводимой процедуры предельного перехода. Те из введенных так вещественных чисел, которые не являются рациональными, обозначают символами $\sqrt{2}$, π , e и т.п., а в конкретном расчете их приближенно с требуемой точностью представляют соответствующим рациональным числом. По-видимому, эта процедура в свое время основывалась на некоторых представлениях

о сплошности материального отрезка, но в современной теории вещественных чисел от такой материальной основы полностью отвлекаются, предпочитают строить эту теорию аксиоматически, как бы формирующейся в сознании безотносительно к материальным телам. Такое построение теории вещественных чисел, помимо принятого в математике стремления к формализации, быть может, объясняется еще тем, что современные представления о строении вещества уже не порождают представления о сплошности, непрерывности. Более того, именно абстрактную математическую «непрерывность» теперь нередко используют как первичное понятие, представляя реальное тело моделью сплошной среды.

Использование предельных абстракций характерно для математики. Естественное стремление к большей общности поставок задач, введение наиболее широких абстракций отличает тенденции в формировании математики от складывающихся в механике. Последняя всегда обращена к наблюдаемому явлению, направлена на поиски кратчайших путей познания движения. И поскольку цель механики – создание методов решения естественно-научных и технических задач, методов, предназначенных широкому кругу потребителей, ей присуще стремление получить достаточно простую модель явления. Этому должен отвечать и привлекаемый как инструмент явления математический аппарат. Излишнее усложнение его лишь задержит использование разработанных методов. Поэтому и в тех случаях, когда на первых этапах изучения явления был применен сложный математический аппарат (что нередкость в естественно-научных исследованиях), а полученный при этом результат приобрел практическое значение, всегда необходимо разрабатывать простую модель, приводящую к тому же результату.

Сформированная в механике математическая модель движения – система уравнений – на определенном этапе познания становится объектом исследования средствами математики и в этом ее качестве может обрести некоторую самостоятельность. Ее нередко воспринимают как раздел собственно математики. При этом уравнения механики часто обобщают в различных направлениях. Формулируют математические задачи, в каком-то смысле подобные задачи механики, не предполагая, однако, что они отображают какое-либо явление природы. В большинстве случаев при этом уже не ставят цель построить решение уравнений, а занимаются изучением традиционных для математики вопросов, исследуют те или иные свойства уравнений (существование, единственность и т.п.).

Подчеркнем, что математическую модель явления создают, основываясь на наблюдениях и опыте, и к ним же обращаются, устанавливая правильность этой модели, сопоставляя с ними результаты, полученные при ее использовании. И если механику воспринимать не как конструкцию, создаваемую априори, а как науку естественную, направленную на познание явлений природы, то по отношению к такой механике математика выступает инструментом познания, вводимым в этом процессе на этапе абстрактного мышления. Именно на использовании этого инструмента основывается формируемая в механике математическая модель движения.

Переход к модернизированной дидактической модели должен осуществляться поэтапно и по нескольким направлениям. Одним из них может стать введение в практику технических вузов междисциплинарных учебных комплексов (МУК), под которыми подразумеваются интегративные дидактические системы, включающие курс лекций, систему лабораторно-практических занятий, учебное проектирование, имеющие междисциплинарный характер, комплект интегративных педагогических тестов, а также специальные средства компьютерной поддержки учебного процесса.

Межпредметные связи на основе классической механики. Для целенаправленного формирования у будущих инженеров целостных интегративных знаний, а также профессионально значимых личностных качеств проектирование содержания общеинженерной подготовки в техническом вузе должно производиться с использованием принципов междисциплинарности и квалиметрической обоснованности на основе интегративного подхода, заключающегося в системном структурировании и интеграции содержания родственных учебных дисциплин общепрофессионального цикла, обладающих сходством объекта, предмета, целей преподавания и понятийно-терминологического аппарата [5].

Дисциплины «Теоретическая механика» и «Теория механизмов и машин» (ТММ) органически связаны между собой, дополняют друг друга, задачи их часто переплетаются. Объясняется это следующим:

- изначально они развились в рамках единого эмпирического знания – греч. *mechanike* – искусство построения машин [6];

- объект изучения и исходные предпосылки у них одинаковы. Это механическое движение твердого тела в абсолютном пространстве при независимом от движения течении времени.

Основоположник классической (теоретической) механики И. Ньютон (1643 – 1726) в своем знаменитом сочинении «Математические начала естественной философии» свел эмпирические знания предшественников к трем «аксиомам динамики», разработал начала дифференциального и интегрального исчисления, предопределивших развитие новой науки, привлечшие к ней внимание гениальных ученых, таких как Л. Эйлер, И. Бернулли, Ж. Даламбер, Кориолис, Ж. Лагранж [7]. Трудом и талантом этих ученых механика буквально за 100 лет («Аналитическая механика Лагранжа, 1788) превратилась в мощный

аппарат исследования и развития таких наук, как гидравлика, гидрогазодинамика, небесная механика сопротивление материалов, теория механизмов и машин.

Обретя самостоятельность и возвысившись над другими, смежными науками, классическая (теоретическая) механика углубилась в изучение механического движения в «чистом» его виде, приняла на вооружение аксиому освобождаемости от связей, стала сверять свои выводы с достижениями небесной механики (Солнечная система – идеальная лаборатория для проверки этих выводов) [8].

В свою очередь «Теория механизмов и машин» – составляющая «старого» знания – после выхода из него теоретической (классической) механики стала еще более «приземленной», продолжила изучение механического движения твердого тела со связями (кинематические цепи), а своей экспериментальной базой оставила машины и производственную деятельность людей, окончательно утвердившись на позициях гаранта их военной и экономической безопасности.

Большую помощь классическая механика оказала родственной ей «Теории механизмов и машин» в ее становлении и развитии [9]. Из классической механики в ТММ кроме «аксиом» перекочевало понятие об обобщенных координатах, а также положение о том, что их количество в системах со связями определяет суммарное число степеней свободы их тел, за вычетом числа уравнений связей, налагаемых этими телами друг на друга [10 – 11].

Раздел кинематики передаточного механизма машины напрямую связан с устанавливаемыми в теоретической механике свойствами механического движения твердого тела (поступательное, вращательное, плоское, сферическое, сложное), ускорением точки в сложном движении, с теоремой Кориолиса.

Широко используются формулы кинематики при естественном и координатном способах задания движения, основные теоремы о плоском движении твердого тела, вращении его вокруг мгновенного центра скоростей (МЦС) либо согласно теореме Эйлера о поступательном движении вместе с точкой, для которой положение, скорость и ускорение известны, и относительного вращательного движения вокруг этой точки.

Теорема Кориолиса об ускорении точки в сложном ее движении широко используется при анализе различных видов кулисных рычажных несущих механизмов, а метод обращения движения – разложения движения на переносное и относительное – в синтезе эпициклических зубчатых механизмов.

Широкое поле для приложений теоретической механики в ТММ открывает раздел динамики машин и механизмов. Из одной науки в другую перекочевали и успешно используются общие теоремы динамики механической системы с их основополагающими понятиями энергии, работы, мощности и др. В динамическом синтезе и анализе машин широко применяются методы кинетостатики (Ж. Даламбера) и возможных перемещений (И. Бернулли и Лагранжа). Трудно представить себе успешное развитие таких новых разделов ТММ, как системы со многими степенями свободы, например, манипуляторы, без широкого использования уравнений Лагранжа II рода.

Не только классическая (теоретическая) механика, развиваясь, передавала свои достижения в ТММ. Приняв «чистое» знание от теоретической механики, ТММ преломляла их применительно к практической деятельности людей, проверяла, осмысливала и в преобразованном виде возвращала в классическую механику. Таким путем из ТММ в теоретическую механику перекочевали примеры механизмов – шарнирных, кулисных, для воспроизведения алгебраических кривых и т.п. [12].

Ученые-машиноведы регулярно возвращались к нуждам теоретической механики. По свидетельству академика А.Н. Боголюбова, мемуар основоположника классического направления в ТММ академика П.Л. Чебышева «Теория механизмов, известных под названием параллелограммов» – основополагающее исследование не только по теории шарнирных механизмов, но и в определенной степени вообще по теоретической кинематике [13].

В то же время, как писал академик А.Н. Ляпунов (1857 – 1918), П.Л. Чебышев и его последователи остаются на реальной почве, руководствуясь взглядом, что только те изыскания имеют цену, которые вызываются приложениями (научными или практическими), и только те теории действительно полезны, которые вытекают из рассмотрения частных случаев [8].

Плодотворным является сочетание положений обеих наук [14]. Таким сочетанием отличался профессор МВТУ им. Баумана Н.Е. Жуковский. В интересах развития ТММ изобрел эвольвентное зубчатое зацепление Л. Эйлер, сегодня оно – важнейший раздел этой науки [15].

В Полоцком государственном университете, где обе дисциплины читаются на кафедре механики, нередко одним преподавателем, также ведутся работы в развитие ТММ как классической науки. Получена опущенная П.Л. Чебышевым и неисследованная им область симметричных двухкривошипных шарнирных механизмов с наилучшим приближением шатунной кривой к дуге окружности и исследованы формы этой кривой [16], выполнены преобразования шарнирного направляющего четырехзвенника [17] и передаточного рычажного шестизвенника [18], получены широко применяемые в автоматике механизмы с прерывистым вращательным движением ведомого звена, рассмотрены вопросы динамического синтеза сложных машин [19].

На кафедре механики поставлена курсовая работа по теоретической механике для студентов машиностроительных специальностей [20], включающая исследование кинематики рычажного механизма и динамики системы тел. Курсовая работа, с одной стороны, позволяет подготовить студента к изучению главного раздела теоретической механики «Динамика», с другой – освобождает курсовой проект по ТММ от «мелкотемья», позволяя сосредоточить внимание студента на вопросах синтеза машин и механизмов, вопросах его профессиональной ориентации. В такой постановке курсовой проект по ТММ становится «Началом» Единой Системы сквозного проектирования в технических вузах [21], а курс ТММ – научной базой современного машиностроения. Систематическое изложение ТММ в такой постановке приводится нами в работе [22].

Таким образом, классическая теоретическая механика, однажды выйдя из недр древнего человеческого знания *mechaniké* и обретя самостоятельность, успешно развивается в тесном взаимодействии с дополняющей его наукой «Теория механизмов и машин», взаимно дополняя и обогащая одна другую. Специалисты других технических дисциплин могли бы также привести многочисленные примеры плодотворного взаимопроникновения выводов теоретической механики в их науки. Поэтому студенты курс «Теоретическая механика» изучают не только для успешной сдачи экзамена, но и прежде всего, чтобы получить ключ к успешному изучению других дисциплин, которые им предстоит встретить в вузе и, что вполне вероятно, будут встречаться во всей их творческой деятельности в должности инженера.

Информационная подготовка в вузе имеет интегративную основу – связана со всеми учебными дисциплинами, включает совокупность элементов общественно-научных и информационных знаний, знаний технологического образования, профессиональной подготовки. Значительную роль в превращении научно-технических знаний в технологические играют интегративные связи. Из сущности технологических знаний следует, что их формирование происходит на основе взаимосвязи научных и технологических понятий, поэтому интегративные связи – необходимое дидактическое средство так как они раскрывают естественно-научные основы техники, технологии, экономики и организации производства; обобщают и углубляют изучаемое явление, в их разносторонних связях с другими явлениями и процессами, происходящими в технике, технологии, обществе; формируют общее представление о состоянии и перспективах развития современной науки и техники; способствуют формированию технологических и политических умений, обладающих свойствами широкого переноса; синтезируют общественно-гуманитарные, общественно-научные, технические знания; помогают классификации и систематизации объектов и понятий и др. [23 – 26].

Интегративно-модульный подход проектирования межпредметных связей. Требования к качеству подготовки специалистов как технического, так и гуманитарного профиля непрерывно возрастают. Вместе с тем, уровень квалификации выпускников высших учебных заведений зачастую не отвечает в полном объеме потребностям современного рынка труда, так как не всегда вчерашний студент способен сразу работать в условиях интенсивного инновационного производства. Одной из причин недостаточного уровня подготовки молодых специалистов является несовершенство современного процесса образования, которое состоит в несоответствии между целостным характером трудовой деятельности специалистов и дискретностью в изучении отдельных предметов в учебном заведении.

Преодолеть это несоответствие призвана широко внедряемая в последнее время в нашей стране и за рубежом технология интегративно-модульного образования. Однако недостаточная проработанность методов интегративного обучения делает актуальными задачи выработки новых методов и приемов работы в этой области.

Задача совершенствования методов обучения при изучении блока дисциплин «Теоретическая механика – теория механизмов и машин – детали машин» также решается путем реализации технологии интегративно-модульного обучения. Применительно к рассматриваемым предметам указанная технология включает следующие операции:

а) проектирование интегративного содержания указанных предметов с тем, чтобы объекты и предметы изучения обладали как можно более близким понятийно-терминологическим аппаратом. В основу данного проектирования закладываются, в частности, системный, модульный, деятельностный подходы. Например, разбор темы по определению центра тяжести сечений желательнее проводить для тех деталей, расчеты которых будут производиться при выполнении курсового проектирования по курсам «Теория механизмов и машин» и «Детали машин». Такими деталями могут быть, в частности, маховики, рычаги, зубчатые колеса и т.п.;

б) проектирование модулей технологии обучения для осуществления интегративного содержания в процессе учебы, реализующих инструментальное и технологическое обеспечение процесса обучения;

в) проектирование индивидуальных пакетов обучающих модулей, применение которых в учебном процессе позволяло бы учитывать индивидуальные способности и особенности каждого студента.

Для более эффективной интеграции модулей необходимо использование информационных компьютерных технологий, что улучшит доступность информационно-образовательных ресурсов, увеличит

удобство статистической обработки данных, причем дифференцированно для каждого студента, позволит в целом повысить качество обучения.

Кроме того, использование информационных компьютерных технологий в учебном процессе значительно улучшит представление информации в текстовом и графическом виде одновременно, в том числе и с использованием анимации. Удобно в этом смысле введение в учебный процесс структурированных электронных учебных пособий. Эти пособия целесообразно разделять на 2 части:

- первая часть – электронный конспект лекций, содержащий основные определения, понятия и теоремы, объединенные по соответствующим лекциям;
- вторая часть – система контроля знаний учащихся, объединенная в набор тестов различных уровней.

С целью обеспечения высокой продуктивности работы студента процесс его обучения должен периодически находиться под контролем преподавателя. Значительные возможности по повышению эффективности процесса обучения открываются в случае осуществления студентом самостоятельного контроля уровня своих знаний. Эти возможности также легко реализуются при тестовой системе контроля знаний, при которой студент может самостоятельно без участия преподавателя контролировать текущий уровень усвоения материала по изучаемой дисциплине. Немаловажным в этом случае является то обстоятельство, что при тестовой форме контроля знаний затрачивается минимальное количество рабочего времени преподавателя, которое он может освободить для выполнения другой работы.

Тесты могут, например, подразделяться на три уровня:

- а) первый – для текущего контроля знаний учащихся;
- б) второй – для контроля знаний по окончании каждого этапа обучения;
- в) третий – для итогового контроля знаний после окончания периода обучения по предмету.

Тесты первого уровня проводятся непосредственно в ходе изложения каждой лекции. При их выполнении учащиеся могут пользоваться любыми источниками информации. Тесты второго уровня содержат вопросы в рамках одной темы. При их выполнении допускается пользоваться только справочниками. Тесты третьего уровня проводятся при завершении изучения какого-либо предмета. Вопросы данных тестов охватывают весь курс, при этом выбор вопросов курса осуществляется в случайной последовательности, но так, чтобы охватить все изученные темы по предмету. Количество вопросов по каждой теме должно быть пропорционально количеству часов, затраченных на ее изучение. Данные тесты являются итоговыми, и при их выполнении использование каких-либо источников информации студентами не допускается.

Повышению взаимосвязи изучаемых дисциплин способствует логическая увязка вопросов, изучаемых в различных разделах «Теоретической механика» и «Теория машин и механизмов». Так, при изучении достаточно сложного для усвоения студентами принципа Д'Аламбера в разделе «Динамика» полезно будет показать, что использование данного принципа при определении сил, действующих на подвижное тело, позволяет использовать уравнения статики. Также при определении центра масс сечения произвольного тела в разделе «Статика» полезным было бы использовать в качестве объекта реальную деталь, используемую в последующем при курсовом проектировании. Например, для этих целей возможно использовать для расчетов маховик, расчет которого занимает значительную часть времени при выполнении курсового проекта по «Теории машин и механизмов».

Заключение. Интегративные связи знакомят студентов с совокупностью разнородных явлений, законов, изучавшихся ранее раздельно, в разное время, объединенных в одном сложном понятии или техническом устройстве. Это позволяет осуществить раскрытие отдельных сторон знаний о них под новым углом зрения. Первый этап развития межпредметных связей на базе классической механики достаточно удачно реализован в рамках специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» путем создания ряда методических разработок по разделам курсов «Физика» и «Прикладная механика» [27]. Законы механики позволяют с необходимой точностью заранее вычислять параметры, характеризующие движение и равновесие твердых, жидких и газообразных тел. Для многих областей естествознания механика составляет их главное содержание. Изучение механики в высшей школе имеет определяющее значение для формирования навыков и мышления будущего специалиста. Именно здесь студент впервые узнает, как результаты исследования представлять в виде удобных формул и числовых расчетов и одновременно указывать границы их применимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пульбере, А. Интегрированные технологии / А. Пульбере, О. Гукаленко, С. Устименко // Высшее образование в России. – 2004. – № 1. – С. 123 – 124.
2. Шагеева, Ф. Проектирование образовательных технологий / Ф. Шагеева, В. Иванов // Высшее образование в России. – 2004. – № 2. – С. 169 – 172.

3. Афанасьев, В. Проектирование педтехнологий / В. Афанасьев // Высшее образование в России. – 2001. – № 4. – С. 147 – 150.
4. Зотов, Ю. Взаимосвязь общеобразовательных и специальных дисциплин в политехническом вузе / Ю. Зотов, Т. Шипаева // Alma mater. – 2002. – № 2. – С. 24 – 27.
5. Семин, Ю. Междисциплинарный учебный комплекс / Ю. Семин // Высшее образование в России. – 2002. – № 2. – С. 107 – 110.
6. Политехнический словарь / под ред. акад. А.Ю. Ишлинского. – М.: Сов. энцикл., 1980. – 655 с.
7. Григорьян, А.Т. Механика от античности до наших дней / А.Т. Григорьян. – М.: Наука, 1971. – 379 с.
8. Веселовский, И.Н. Очерки по истории теоретической механики / И.Н. Веселовский. – М.: Высш. шк., 1974. – 288 с.
9. Боголюбов, А.Н. Теория механизмов и машин в историческом развитии ее идей / А.Н. Боголюбов. – М.: Наука, 1976. – 468 с.
10. Чебышев, П.Л. О параллелограммах / П.Л. Чебышев // Полное собр. соч. / П.Л. Чебышев; АН СССР. – М., – Л., 1948. – Т. IV. Теория механизмов. – С. 16 – 37.
11. Коренский, В.Ф. Единый метод определения подвижностей механизмов / В.Ф. Коренский, Е.В. Вольнец // Теоретическая и прикладная механика: сб. науч. тр. / под ред. И.П. Филонова. – Минск: УП «Технопринт», 2002. – С. 134 – 136.
12. Добровольский, В.В. Механизмы как основа для изучения математики / В.В. Добровольский // Математическое образование. – 1929. – С. 2 – 3.
13. Боголюбов, А.Н. Развитие проблем механики машин / А.Н. Боголюбов. – Киев: Наукова думка, 1967. – 291 с.
14. Граве, Д.А. Теоретическая механика на основе техники / Д.А. Граве. – М.: ГТТИ, 1932. – 238 с.
15. Загорский, Ф.Н. Академик Л. Эйлер – основоположник теории эвольвентного зубчатого зацепления / Ф.Н. Загорский // Вестник машиностроения. – 1954. – № 5. – С. 90 – 91.
16. Коренский, В.Ф. О двухкривошипном симметричном круговом четырехзвеннике: сб. науч.-метод. ст. по ТММ. – М.: Высш. шк., 1982. – Вып. 9. – С. 42 – 46.
17. Коренский, В.Ф. О приближенно преобразованном направляющем шарнирном четырехзвеннике / В.Ф. Коренский // Теория механизмов и машин. – Харьков: ХГУ, 1979. – Вып. 26. – С. 23 – 26.
18. Коренский, В.Ф. О преобразовании шестизвенника методом инверсии / В.Ф. Коренский // Изв. вузов. Машиностроение. – 1978. – № 8. – С. 37 – 41.
19. Коренский, В.Ф. К вычислению энергоемкости сложных машин / В.Ф. Коренский // Тез. докл. респ. науч.-техн. конф. Ч. I. – Могилев: ММИ, 1996. – С. 95 – 96.
20. Пантелеенко, Л.Н. Теоретическая механика. Задания и методические указания к выполнению курсовой работы / Л.Н. Пантелеенко, Л.Н. Макаренко. – Новополоцк: ПГУ, 2001. – 72 с.
21. Коренский, В.Ф. Вопросы курсового проектирования технологических машин по заданной величине коэффициента производительности / В.Ф. Коренский, Д.Л. Василенко // Теоретическая и прикладная механика. – Минск: УП Технопринт, 2004. – № 17. – С. 153 – 156.
22. Коренский, В.Ф. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учеб.-метод. компл.: в 2-х ч. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – Ч. 1: Организационные основы курсового проектирования технологических машин. – 300 с.
23. Мухаметшин, Р.Р. Интегративные связи – необходимое средство технологического образования студентов / Р.Р. Мухаметшин, В.Г. Дмитриев // Вестн. БашГУ. Сер. Педагогические науки. – № 1. Современные технологии преподавания. – 4 с.
24. Ищенко, В. Системно-ориентированная технология (компетентностный подход) / В. Ищенко, З. Сазонова // Высшее образование в России. – 2005. – № 4. – С. 40 – 44.
25. Афанасьев, В. Проектирование педтехнологий / В. Афанасьев // Высшее образование в России. – 2001. – № 4. – С. 147 – 150.
26. Сысоева, И.А. Интеграционные процессы в профессиональном образовании / И.А. Сысоева // Современные технологии подготовки специалистов с сокращенным сроком обучения в университете: материалы регион. науч.-практ. конф. – Витебск, 2003. – С. 83 – 85.
27. Завистовский, В.Э. Развитие межпредметных связей на базе классической механики / В.Э. Завистовский // Реализация в вузах образовательных стандартов нового поколения: материалы науч.-практ. конф., Новополоцк, 5 – 6 февр. 2008 г. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – С. 31 – 33.

Поступила 17.10.2008