

Профориентированные многовариантные задания в курсе теоретической механики для технических вузов

© Т.О. Невенчанная¹, Е.В. Пономарева², А.В. Синельщиков³,
О.А. Хохлова², К.В. Кулемина²

¹Московский политехнический университет, Москва, 107023, Россия

²Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, 414056, Россия

³Астраханский государственный архитектурно-строительный университет,
Астрахань, 414056, Россия

Современные реалии ставят перед системой высшего профессионального образования проблему обеспечения регионов квалифицированными инженерными кадрами, способными самостоятельно овладеть профессиональными видами деятельности и обладающими мультидисциплинарным системным мышлением. В подготовке будущих инженеров важное место занимает теоретическая механика, преподавание которой в современном вузе сопряжено с определенными трудностями. Это обуславливает потребность в создании эффективных интерактивных средств дистанционного обучения (ИСДО), направленных на организацию самостоятельной работы студентов. В статье рассмотрено разработанное авторами ИСДО. Его отличительные особенности заключаются в использовании средств специализированных математических пакетов при изучении теоретической механики, а также ориентация излагаемого материала на будущую профессиональную деятельность студентов и укрепление междисциплинарных связей дисциплин механического профиля. Разработана методология проведения расчетов статических и прочностных параметров механических систем (твердых тел, составных конструкций, ферм) в системах MathCAD и Maple. Сформирован комплекс программ, используемый как генератор уникальных многовариантных расчетных профориентированных заданий, ранжируемых по степени сложности. Отдельные положения данной методики встречаются в работах отечественных авторов, однако в настоящее время аналога, реализующего в полном объеме ИСДО, способного решать образовательные и научно-практические задачи, генерировать задания с учетом установленной сложности с автоматической проверкой получаемых результатов, формировать банк уникальных многовариантных профориентированных расчетных заданий, не существует.

Ключевые слова: теоретическая механика, интерактивные средства обучения, компьютерное моделирование, генератор задач, профориентированные многовариантные задания

Для решения задач модернизации российской экономики, промышленности и производства на инновационной основе Президентом Российской Федерации определены основные приоритетные задачи, к которым, в частности, относятся повышение энергоэффективности и ресурсосбережения, развитие ядерных, космических,

медицинских и информационных технологий, а также перспективные запросы промышленного сектора в области электронной компонентной базы, новых материалов, робототехники, проектирования технических систем и обеспечения жизненного цикла изделий. Очевидно, что для решения поставленных задач необходимо наличие инженерных кадров, способных обеспечить конкурентоспособность российской продукции и технологий на внутреннем и международном рынках. Инновационные процессы экономики и производства страны и мира в целом протекают довольно динамично, внося постоянные изменения в рынок труда, поэтому потребности в инженерных кадрах того или иного направления изменяются гораздо быстрее, чем завершается курс обучения. В связи с этим перед системой высшего профессионального образования возникает проблема обеспечения гибкой траектории подготовки инженерных кадров, которая позволила бы: 1) обеспечить равный доступ к полноценному образованию в соответствии с интересами и склонностями; 2) предоставить обучение с учетом возможностей и желаемого графика занятий обучаемого; 3) обеспечить возможность получения «образования на протяжении всей жизни»; 4) устранить проблемы региональных вузов в снабжении регионов квалифицированными инженерными кадрами в соответствии с изменяющимися потребностями рынка труда. Таким образом, логика современной системы высшего образования заключается в подготовке будущих инженеров¹, умеющих самостоятельно учиться и овладевать профессиональными видами деятельности.

Подготовка будущих инженеров осуществляется в процессе изучения естественнонаучных дисциплин и дисциплин общепрофессионального цикла, в том числе теоретической механики, которая является базой для изучения других родственных технических дисциплин (технической механики, прикладной механики, сопротивления материалов, теории механизмов и машин, деталей машин, строительной механики, основ конструирования машин и др.). Знания теоретической механики необходимы для решения многих профессиональных задач будущих бакалавров, магистров и инженеров, так как являются основой для некоторых профессиональных дисциплин и содержат базовые методы расчетов статически определимых конструкций. Кроме того, изучение теоретической механики способствует формированию ряда профессиональных и общекультурных компетенций, помогает расширить научный кругозор, развить склонности и способности к аналитическому и логическому мышлению.

¹В данной работе под будущими инженерами авторы понимают не только студентов — будущих специалистов, но также студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры.

Вместе с тем преподавание теоретической механики в современном вузе сопряжено с определенными трудностями. Первая связана с тем, что эта дисциплина является достаточно сложной для восприятия студентами начальных курсов и ее правильное понимание возможно только при наличии хорошей физико-математической подготовки обучающихся, высокой мотивации и заинтересованности к изучению предмета, достаточной профессиональной направленности в преподавании дисциплины.

Вторая сложность связана с полным исключением из образовательных программ некоторых технических вузов курса теоретической механики или снижением до недопустимого уровня количества аудиторных часов, отводимых на его изучение: прежние двух- или трехсеместровые курсы теоретической механики, предусмотренные для студентов строительных, транспортных, машиностроительных специальностей, в технических вузах сократились до одного семестра. Число аудиторных часов в целом за последние годы снизилось в два-три раза. Так, в настоящее время в Астраханском государственном техническом университете (АГТУ) типовой курс теоретической механики составляет 54 аудиторных часа (18 часов лекций и 36 часов практических занятий) в течение одного семестра, что недопустимо мало для качественного освоения данной дисциплины. В условиях резкого сокращения числа аудиторных часов ведущие лекторы вынуждены искать пути оптимизации процесса обучения теоретической механике, поскольку даже при очном обучении студент существенную часть времени занят самостоятельной работой. Такое положение вещей обуславливает потребность в поиске и создании эффективных интерактивных средств дистанционного обучения (ИСДО), направленных на организацию самостоятельной работы студентов, усвоение знаний изучаемых дисциплин и формирование способностей использовать эти знания в будущей профессиональной деятельности. Именно поэтому применение технологий и средств дистанционного обучения в образовательном процессе высших технических учебных заведений находит отражение не только в работах исследователей, но и в практической деятельности вузов.

Современные ИСДО теоретической механике и пути их применения в учебном процессе. ИСДО являются одним из перспективных направлений, используемых для постановки и решения образовательных, научно-исследовательских и инженерных задач в области механики. Подобные системы с успехом используются для создания и развития электронных форм обучения в сфере высшего профессионального и послевузовского образования.

Использование электронных средств в дистанционном обучении имеет ряд очевидных преимуществ, указанных в работах некоторых

авторов [1–4]. Так, по мнению Дубенского В.В. [5], некоторыми из них являются: 1) доступность учебного материала в удобное время с любого компьютера, подключенного к сети Интернет; 2) значительное упрощение и сокращение времени поиска необходимых сведений за счет применения гипертекста для оформления учебного материала; 3) возможность оперативно перерабатывать и изменять материал курса; 4) организация самостоятельной работы обучаемого; 5) улучшение навыков работы на персональном компьютере; 6) использования мультимедиа для повышения наглядности изучаемого материала и интереса к нему у студентов; 7) использование в учебном процессе интерактивных электронных моделей рассматриваемых процессов и явлений; 8) оперативная связь с преподавателем и другими студентами группы; 9) возможность эффективного тестирования знаний обучающихся с немедленным получением результатов; 10) автоматизация и упрощение некоторых действий преподавателя (оценка знаний, предоставление учебного материала); 11) автоматическое ведение статистики по различным параметрам (успеваемость, работа с материалом и др.).

Эффективность использования ИСДО подтверждена более чем 20-летним опытом их применения. Еще в 90-х годах XX в. предпринимались попытки создания мультимедийных систем, направленных на изучение технических наук, в частности небесной механики, теоретической механики (работы Ю.Ф. Голубева, В.Е. Павловского, Ю.Н. Ионовой, А.В. Корецкого, Н.В. Осадченко и др.). Дальнейшее развитие было связано с использованием интерактивных возможностей персональных компьютеров и сети Интернет (публикации Г.И. Мельникова, А.Г. Кривошеева, В.В. Глаголева, В.И. Латышева и др.). Преимущественной формой представления материалов был гипертекст, *www*-технологии, сетевые электронные учебники (исследования А.И. Кобринина, В.Г. Кузьменко; В.Е. Павловского, Т.О. Невенчанной, Е.В. Пономаревой [6–14]). В последнее время все чаще стали появляться работы, основанные на совмещении традиционных подходов создания информационно-обучающих систем и возможностей специализированных математических пакетов — *Maple* и *MathCAD* (работы М.Н. Кирсанова [15], А.В. Матросова [16], Е.Г. Макарова, В.Д. Бертяева [17, 18], В.П. Дьяконова), что не только повысило научно-практический уровень, но и открыло новые пути для повышения интерактивности подобных систем.

Анализ существующих традиционных (бумажных) учебных и методических пособий по теоретической механике показал необходимость разработки более полных и логически структурированных алгоритмов решения задач теоретической механики, а также учебно-методических материалов, обеспечивающих усвоение данных алгоритмов студентами.

Проведенный анализ форм организации учебного процесса при дистанционном обучении и используемых в нем средств показал, что:

1) использование сетевых информационных технологий позволяет включать те же формы организации учебного процесса, что и при очном обучении, однако применяемые в существующих ИСДО подходы к организации обучения теоретической механике реализуют так называемый знаниевый подход, но такие знания «не могут обладать достаточной широтой приложения в различных ситуациях, сферах и условиях деятельности» [19, с. 17], а учебные программы, реализующие подобный подход, не способны обеспечить подготовку квалифицированных специалистов; 2) наиболее широко используемый подход в обучении решению задач заключается в их выполнении по некоторым образцам, зачастую не имеющим четкой схемы, что не может сформировать у студентов обобщенные методы решения задач и установить связи между частными проблемами и теоретическими знаниями, необходимыми для их решения; 3) применяемые формы контроля знаний обучаемых оценивают только конечный результат выполнения заданий и не могут оценить всю деятельность обучаемого, каждое выполняемое действие и используемые при этом знания.

Рассмотрим некоторые ИСДО, используемые для обучения теоретической механике (см. таблицу).

Сравнение существующих ИСДО по теоретической механике

Наименование ИСДО	Учебные характеристики разработки			
	Организация лекций	Обучение решению задач	Организация усвоения определений	Управление деятельностью (контроль правильности)
Система дистанционного обучения «Прометей»	Система накладывает требования по оформлению теоретического материала, и преподаватель структурирует материал по своему усмотрению	Проводится на примерах из теоретического материала. Отработка навыков решения с помощью средств самоконтроля (тестов)	Процесс усвоения организован с помощью тестовых заданий и специальным выделением определений в теоретическом материале	Система допускает к выполнению тестов; статистика работы студента (время изучения и количество обращений к материалу); выполнение тестовых заданий, контроль знаний по конечному результату
Система дифференцированного интернет-обучения «Гексадем»		Проводится на примерах из теоретического материала	Для изучения определений имеется глоссарий. Процесс усвоения организован с помощью тестов, привязанных к каждому параграфу	График изучения курса (сроки проведения тестирований, семинаров, выполнения заданий, проектов). Контроль осуществляется по конечному результату

Интегрированная обучающая среда «Аванта»	Учебный материал структурирован по темам (занятия) и подтемам (параграфы). Материал одной темы студент изучает самостоятельно в течение одного виртуального занятия	Проводится на примерах из учебного материала. Отработка навыков решения проводится в конце каждого из параграфов с помощью средств контроля (самопроверка и упражнения)		График выполнения обязательных видов работ, участия в текстовых online-конференциях; выполнение заданий для самопроверок и тестов, проектов. Контроль по конечному результату
Электронный учебник «Теоретическая механика — 1.0» (данное средство ориентировано на дистанционное обучение)	Учебный материал представлен в виде конспекта, сопровождающегося мультимедиа-элементами	Проводится на эталонных образцах решения задач	Нет сведений	Контрольные вопросы для самопроверки с подсчетом баллов в качестве оценки усвоения материала; система диагностики знаний
Разработки кафедры теоретической механики Московского энергетического института	Учебный материал представлен в виде конспекта лекций, в программах для решения задач имеются встроенные справочники с необходимым теоретическим минимумом	Проводится с помощью интерактивных мультимедийных образцов решения задач, анимации (отображают необходимые манипуляции с расчетной схемой), а также программ для решения задач	Деятельность по усвоению определений не организуется	Решение задач в программах выполняется постепенно — требуется ответить на ключевые вопросы в форме «да/нет», ввести число или символьное выражение

Информационно-образовательная среда Academic NT	Учебный материал структурирован по темам и категориям (аннотация, концепт, методы, примеры), быстрое и удобное получение информации в сжатой форме	Проводится с помощью приведенных примеров		Выполнение индивидуальных заданий из электронного сборника (в pdf-формате); прохождение тестирования. Контроль осуществляется по конечному результату
Разработка Областного центра новых информационных технологий при Тульском государственном университете	Теоретический материал представлен в виде гипертекстовых курсов лекций и справочников (таблицы обозначений и единиц основных механических величин)	Проводится с помощью руководства по решению задач; электронного сборника задач с контролем решения (тесты)	Словарь терминов	Электронные сборники задач и тестов с контролем решения. Контроль осуществляется по конечному результату. Программы-тренажеры для проведения виртуальных лабораторных работ с контролем работы студента; выполнение курсовых работ в специализированных математических пакетах
Разработки кафедры строительной механики Тюменского государственного архитектурно-строительного университета	Краткое изложение теории, включающее необходимое минимум основных понятий, определений, аксиом и теорем	Практическая часть комплекса включает в себя методические указания, примеры решения задач и задания	Нет сведений	Тестовые задания; индивидуальные задания. Контроль осуществляется по конечному результату

Несмотря на множество существующих ИСДО по теоретической механике, в большинстве из них частично или полностью отсутствуют возможности: 1) адаптации по заданным критериям теоретического и информационного материала, упражнений и заданий для обеспечения требуемого уровня сложности и объема изучения; 2) разработки и внедрения принципиально новых расчетных заданий, ориентированных не только на формирование базовых теоретических знаний, но и на приобретение навыков и умений решения задач, тесно связанных с будущей профессиональной деятельностью. Данные результаты указывают на то, что решение проблем организации усвоения знаний, необходимых для решения задач, контроля их усвоения, а также своевременного корректирования этого процесса является важнейшим вопросом в методике дистанционного обучения. Таким образом, существует потребность в создании новых, более эффективных средств дистанционного обучения теоретической механике.

Ориентация материала на профессиональную деятельность студентов. Авторы данной статьи в настоящее время развивают ИСДО в форме разработанного на базе кафедры «Теоретическая и прикладная механика» АГТУ электронного учебника по теоретической механике [6], отличительными особенностями которого стали ориентация излагаемого в нем материала на будущую профессиональную деятельность студентов и использование специализированных математических пакетов.

Для повышения заинтересованности студентов в изучаемом предмете авторы постарались сопроводить изложение курса лекций достаточным количеством примеров практического применения из области будущей профессиональной деятельности, составленных в доступной для студентов форме: так, в разделе «Статика» рассмотрены примеры вычисления силы давления мостового крана на рельсы, задачи расчета усилий в стержнях ферм мостов и перекрытий реальных зданий, грузоподъемности строп по заданному типу нагружения, максимального значения веса противовеса и полезного груза, поднимаемого краном с противовесом и т. п. В каждой задаче акцент ставится на понимание физического смысла применяемого закона, после чего производится математическое оформление решения. Некоторые задачи решаются несколькими способами, проводится анализ используемых при расчете законов механики, а также анализ полученных результатов с проверкой правильности решения, делаются выводы. Применение таких профессионально ориентированных задач является основным средством реализации прикладной направленности обучения теоретической механике в технических и строительных вузах.

Постановка и решение задачи разработки генератора многовариантных заданий разного уровня сложности. Авторы разработали методологию проведения статических расчетов в системах MathCAD и Maple, сформировали комплекс mws-программ, написан-

ных на математически ориентированном языке программирования Maple. Комплекс программ предназначен для компьютерного моделирования и автоматизации расчета статических параметров механических систем (твердых тел, составных конструкций, ферм) с визуализацией результатов (отображением двух- и трехмерных расчетных схем с нанесением всех размеров, приложенных нагрузок, а также при необходимости с построением графических зависимостей расчетных параметров от размеров конструкции). Разработанные программы позволяют не только решать поставленные задачи, но и используются как генераторы уникальных многовариантных профориентированных расчетных заданий, ранжируемых по степени сложности. Каждая программа связана с решением конкретной типовой задачи и структурно входит в раздел (тему) ИСДО по теоретической механике [6].

Работу с программой предваряет изучение теоретического материала по соответствующей теме, анализ общей постановки задачи, включая план ее решения с необходимыми теоретическими пояснениями и примерами, а также описание принципа работы самой программы. При расчете задач статики на равновесие плоских составных либо пространственных конструкций в отличие от общепринятых решений исследуется влияние геометрических параметров балок и интенсивности нагрузок на реакции связей, а также определяется область их оптимальных значений. При расчете плоских ферм решается задача выбора оптимального варианта по одному или нескольким параметрам. Применение систем MathCAD и Maple в этих случаях позволяет оптимизировать различные схемы ферм по минимальным значениям усилий в стержнях или по виду внешних связей [17, 18]. Кроме того, использование систем MathCAD и Maple в учебном процессе при изучении теоретической механики позволяет автоматизировать стандартные математические преобразования, что, в свою очередь, позволяет студенту сосредоточить основное внимание на сути поставленной задачи.

Отдельные положения предложенной методики встречаются в работах [1–6, 10, 14–18], однако в настоящее время не существует аналога, реализующего в полном объеме информационно-обучающую систему, с помощью которой возможно решать образовательные и научно-практические задачи, генерировать задания необходимой сложности с автоматической проверкой получаемых результатов, формировать банк уникальных профориентированных многовариантных расчетных заданий, ранжируемых по степени сложности.

Авторы статьи ведут работу над расширением количества многовариантных заданий, планируют реализовать расчеты не только статических, но и кинематических, динамических и прочностных характеристик механических систем.

Итак, сокращение аудиторных часов с увеличением доли самостоятельной работы студентов заставляет искать пути оптимизации процесса обучения теоретической механике и применять информационно-коммуникационные технологии.

Использование ИСДО при решении образовательных и научно-практических задач в области механики повышает интерес обучаемых к дисциплине за счет лучшей наглядности излагаемого материала.

Совместное применение ИСДО и специализированных математических пакетов MathCAD и Maple выводит подобные работы на более высокий качественный уровень. Формирование прикладных универсальных программ в среде математических пакетов MathCAD и Maple позволяет автоматизировать вычисления, графически отобразить полученные результаты, строить анимированные 2D- или 3D-модели, увидеть решение задач в динамике.

Изучение теоретической механики на примерах реальных конструкций (ферм мостов, кранов, перекрытий и т. п.), а не абстрактных моделей, улучшает понимание излагаемого материала и его роли в будущей профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Курбанский А.И. и др. Информационные технологии в системе высшего образования. *Информатика и образование*, 1999, № 3, с. 21–25.
- [2] Курганская Г.С. *Модели, методы и технология дифференцированного обучения на базе Интернет*. Дис. ... д-ра физ.-мат. наук. Москва, 2001, 186 с.
- [3] Монахов В.М. Проектирование современной модели ДО. *Педагогика*. 2004, № 6, с. 11–20.
- [4] Назаров А.И. *Информационные и коммуникационные технологии в системе открытого обучения физике в региональном вузе*. Дис. ... д-ра пед. наук. Санкт-Петербург, 2005, 319 с.
- [5] Дубенский В.В. *Технология создания электронных обучающих систем*. Дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2003, 242 с.
- [6] Невенчанная Т.О., Павловский В.Е., Пономарева Е.В. *Электронный Интернет-учебник по теоретической механике*. Свидетельство об официальной регистрации № 2004612620. Зарегистр. в реестре программ для ЭВМ 3.12.2004.
- [7] Ponomaryova E.V., Nevenchannaya T.O., Pavlovsky V.E. The Concept of the Internet Textbook on Theoretical Mechanics. *Innovations in E-learning, Instruction Technology, Assessment and Engineering Education*. Netherlands, Springer, 2007, pp. 373–377.
- [8] Ponomareva E.V., Nevenchannaya T.O., Pavlovsky V.E. Concept, structure and program realization of the Internet textbook on classical mechanics. *Proceedings of twelfth world congress in mechanism and machine science IFTOMM 2007*, 2007, vol. 2, pp. 38–43.
- [9] Павловский В.Е., Невенчанная Т.О., Пономарева Е.В. Дистанционный информационно-справочно-обучающий (ИСО) программный комплекс для научных исследований и образовательной деятельности. *Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН*, 2008, № 99, 32 с.

- [10] Синельщиков А.В., Пономарева Е.В. Разработка комплекса универсальных mws-программ (maple) для компьютерного моделирования и автоматизации расчетов в области механики. *Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика*, 2014, № 1, с. 69–80.
- [11] Пономарева Е.В., Хохлова О.А., Хохлов А.В. Применение комплекса электронных проблемно ориентированных обучающих систем по теоретической механике. *Вестник Астраханского гос. техн. ун-та*. 2017, № 1, с. 69–76.
- [12] Невенчанная Т.О., Пономарева Е.В., Хохлова О.А., Хохлов А.В. Использование средств визуализации при дистанционном обучении. *Вестник Московского государственного университета печати*, 2010, № 11, с. 124–133.
- [13] Невенчанная Т.О., Пономарева Е.В., Синельщиков А.В., Хохлова О.А., Кулемина К.В. Профориентированные многовариантные задания в курсе теоретической механики для технических вузов. В сб.: *Тезисы докладов Междун. научн. конф. «Фундаментальные и прикладные задачи механики»*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017, с. 42, 43.
- [14] Павловский В.Е., Невенчанная Т.О., Пономарева Е.В. Дистанционная обучающая система по механике: концепция, структура, программная реализация. *Сборник научно-методических статей. Теоретическая механика. Вып. 26*. Москва, Изд-во Московского университета, 2006, с. 71–78.
- [15] Кирсанов М.Н. *Решебник. Теоретическая механика*. Москва, Физматлит, 2008, 384 с.
- [16] Матросов А.В. *Maple 6. Решение задач высшей математики и механики*. Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2001, 528 с.
- [17] Бертяев В.Д. *Теоретическая механика на базе MathCAD. Практикум*. Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2005, 752 с.
- [18] Бертяев В.Д. Электронные технологии при изучении теоретической механики. *Сборник научно-методических статей. Теоретическая механика. Вып. 29*. Москва, Изд-во Московского университета, 2015, с. 84–90.
- [19] Талызина Н.Ф. *Педагогическая психология*. Москва, Academia, 1999, 287 с.

Статья поступила в редакцию 27.03.2018

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Невенчанная Т.О., Пономарева Е.В., Синельщиков А.В., Хохлова О.А., Кулемина К.В. Профориентированные многовариантные задания в курсе теоретической механики для технических вузов. *Гуманитарный вестник*, 2018, вып. 4. <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-4-523>

Невенчанная Татьяна Олеговна — д-р техн. наук, профессор кафедры «Физико-математические дисциплины» Московского политехнического университета. Автор более 80 научных работ в области динамики и прочности машин, приборов и аппаратуры, создания механизмов переменной структуры, разработки дистанционных обучающих средств в области теоретической механики. e-mail: nevento@mail.ru

Пономарева Елена Владимировна — канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Механика и инженерная графика» Астраханского государственного технического университета. Автор более 60 научных работ в области прикладных задач механики, разработки систем компьютерной поддержки научных исследований, мультимедийных информационных систем, систем и технологий математического моделирования для естественных наук. e-mail: asmрах@rambler.ru

Синельщиков Алексей Владимирович — канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Астраханского государственного архитектурно-строительного университета. Автор более 100 научных работ в области прикладных задач механики, моделирования технических систем, совершенствования методов расчетного анализа инженерных сооружений, подъемно-транспортного оборудования на основе современных методов компьютерного и вычислительного моделирования. e-mail: laex@bk.ru

Хохлова Ольга Александровна — канд. техн. наук, доцент кафедры «Механика и инженерная графика» Астраханского государственного технического университета. Автор более 70 научных работ в области исследования теоретических и экспериментальных явлений, возникающих при контактах тел; в области информационных образовательных технологий по дисциплинам механического цикла. e-mail: zaphy@yandex.ru

Кулемина Ксения Владимировна — канд. филол. наук, доцент кафедры «Иностранные языки» Астраханского государственного технического университета. Автор более 30 научных работ в области теории перевода, прагматики, теории речевых актов, когнитивной лингвистики. e-mail: ksenia_v_k@mail.ru

Professionally oriented multivariate tasks in the course of Theoretical Mechanics for technical universities

© T.O. Nevenchannaya¹, E.V. Ponomareva², A.V. Sinelschikov³,
O.A. Khokhlova², K.V. Kulemina²

¹ Moscow Polytechnic University, Moscow, 107023, Russia

² Astrakhan State Technical University, Astrakhan, 414056, Russia

³ Astrakhan State Architectural and Construction University,
Astrakhan, 414056, Russia

Contemporary reality put before the system of higher professional education the problem of providing regions with qualified engineers who can independently master professional kinds of activity and have multidisciplinary systems thinking. Future engineers are trained in the process of studying natural science and disciplines of the general professional cycle, including theoretical mechanics. There are some difficulties in teaching it in a modern university: this discipline is quite difficult for the first-year students to perceive; a sharp reduction in the number of class hours causes the need to optimize the learning process, even in full-time education. This calls for the creation of effective interactive distance learning tools (IDLT) aimed at organizing independent work of students. In most of the existing IDLT in theoretical mechanics some or all of the following issues are missing: adaptation of the material to specified criteria to ensure the required level of complexity and scope of study; the development and implementation of fundamentally new design tasks, oriented not only to the formation of basic theoretical knowledge, but also to the acquisition of skills in solving problems closely related to future professional activity. Using specialized mathematical packages in the study of theoretical mechanics, as well as the orientation of the delivered material on the future professional activity of students and the strengthening interdisciplinary connections of disciplines of a mechanical profile are the distinctive characteristics of the developed IDLT, presented in the article. We developed a methodology for calculating the static and strength parameters of mechanical systems (solids, composite structures, trusses) in the Maple and MathCAD systems. A software package used as a generator of unique multivariable computed professionally-oriented tasks, ranked by the degree of complexity is created. Some ideas of the proposed methodology can be found in research works of Russian scientists, but at present there is no analogue capable of solving educational and scientific-practical problems, generating tasks of a given complexity with automatic verification the results obtained, forming a bank for unique multi-choice professionally-oriented computational tasks, implementing the IDLT in full.

Keywords: *theory of mechanics, interactive learning tools, computer simulation, generator of problems, professionally-oriented multivariable tasks*

REFERENCES

- [1] Kurbansky A.I. *Informatika i obrazovanie — Informatics and education*, 1999, no. 3, pp. 21–25.
- [2] Kurganskaya G.S. *Modeli, metody i tekhnologiya differentsirovannogo obucheniya na baze Internet*. Diss. ... dokt. fiz.-mat. nauk [Models, methods and technology of differentiated learning on the basis of the Internet. Dr. phys. and math. sc. diss.]. Moscow, 2001, 186 p.
- [3] Monakhov V.M. *Pedagogika — Pedagogy*, 2004, no. 6, pp. 11–20.

- [4] Nazarov A.I. *Informatsionnye i kommunikatsionnye tekhnologii v sisteme otkrytogo obucheniya fizike v regionalnom vuze*. Diss. ... dokt. pedagog. nauk [Information and communication technologies in the system of open teaching physics in the regional university. Dr. sc. (Pedag.) diss.]. St. Petersburg, 2005, 319 p.
- [5] Dubensky V.V. *Tekhnologiya sozdaniya elektronnykh obuchayushchikh system*. Diss. ... kand. tekhn. nauk [The technology of creating electronic learning systems. Cand. sc. (Eng.) diss.]. Moscow, 2003, 242 p.
- [6] Nevenchannaya T.O., Pavlovsky V.E., Ponomareva E.V. *Elektronnyy Internet-uchebnik po teoreticheskoy mekhanike* [Electronic Internet textbook on theoretical mechanics]. Certificate of official registration No. 2004612620. Registered in the Registry of Computer Programs 3.12.2004.
- [7] Ponomaryova E.V., Nevenchannaya T.O., Pavlovsky V.E. *The Concept of the Internet Textbook on Theoretical Mechanics. Innovations in E-learning, Instruction Technology, Assessment and Engineering Education*. Netherlands, Springer Publ., 2007, pp. 373–377.
- [8] Ponomareva E.V., Nevenchannaya T.O., Pavlovsky V.E. Concept, structure and program realization of the Internet textbook on classical mechanics. *Proceedings of the Twelfth World congress in mechanism and machine science IFTOMM 2007*. 2007, vol. 2, pp. 38–43.
- [9] Pavlovsky V.E., Nevenchannaya T.O., Ponomareva E.V. Distantsionnyy informatsionno-spravochno-obuchayushchiy (ISO) programmnyy kompleks dlya nauchnykh issledovaniy i obrazovatelnoy deyatel'nosti [Distance information-training-reference (ITR) software complex for scientific research and educational]. *Keldysh Institute of Applied Mathematics, Preprint no. 99*, 2008, 32 p.
- [10] Sinelschikov A.V., Ponomareva E.V. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser. Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika — Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics*, 2014, no. 1, pp. 69–80.
- [11] Ponomareva E.V., Khokhlova O.A., Khokhlov A.V. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser. Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika — Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics*, 2017, no. 1, pp. 69–76.
- [12] Nevenchannaya T.O., Ponomareva E.V., Khokhlova O.A., Khokhlov A.V. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta pechati — Vestnik of Moscow State University of Printing Arts*, 2010, no. 11, pp. 124–133.
- [13] Nevenchannaya T.O., Ponomareva E.V., Sinelschikov A.V., Khokhlova O.A., Kulemina K.V. Proforientirovannye mnogovariantnye zadaniya v kurse teoreticheskoy mekhaniki dlya tekhnicheskikh vuzov [Professionally oriented multivariate tasks in the course of theoretical mechanics for technical universities]. *Tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii "Fundamentalnye i prikladnye zadachi mekhaniki"* [International scientific conference "Fundamental and applied problems of mechanics" Abstracts]. Moscow, BMSTU Publ., 2017, pp. 42–43.
- [14] Pavlovsky V.E., Nevenchannaya T.O., Ponomareva E.V. Distantsionnaya obuchayushchaya sistema po mekhanike: kontseptsiya, struktura, programmnyy realizatsiya [Distance learning system for mechanics: concept, structure, software implementation]. In: *Sbornik nauchno-metodicheskikh statey. Teoreticheskaya mekhanika* [Collection of scientific and methodical articles. Theoretical mechanics]. Moscow, MGU Publ., 2006, no. 26, pp. 71–78.
- [15] Kirsanov M.N. *Reshebnik. Teoreticheskaya mekhanika* [Answer book. Theory of Mechanics]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2008, 384 p.

- [16] Matrosov A.V. *Maple 6. Reshenie zadach vysshey matematiki i mekhaniki* [Maple 6. Solving Problems in Higher Mathematics and Mechanics]. St.-Petersburg, BKhV Petersburg Publ., 2001, 528 p.
- [17] Bertyaev V.D. *Teoreticheskaya mekhanika na baze Mathcad. Praktikum* [Theoretical mechanics based on Mathcad. Workshop]. St. Petersburg, BKhV Petersburg Publ., 2005, 752 p.
- [18] Bertyaev V.D. *Sbornik nauchno-metodicheskikh statey. Teoreticheskaya mekhanika*. [Collection of scientific and methodical articles. Theory of mechanics]. Moscow, MGU Publ., 2015, no. 29, pp. 84–90.
- [19] Talyzina N.F. *Pedagogicheskaya psikhologiya* [Pedagogical Psychology]. Moscow, Akademiya Publ., 1999, 287 p.

Nevenchannaya T.O., Dr. Sc. (Eng.), Professor, Department of Physical and Mathematical Disciplines, Moscow Polytechnic University. Author of over 80 research publications in the field of dynamics and strength of machines, instruments and equipment, creation of mechanisms of variable structure, development of distant learning aids in the field of theoretical mechanics. e-mail: nevento@mail.ru

Ponomareva E.V., Cand. Sc. (Phys.-Math), Assoc. Professor, Department of Mechanics and Engineering Graphics, Astrakhan State Technical University. Author of over 60 research publications in the field of applied problems of mechanics, the development of computer support systems for scientific research, multimedia information systems, systems and technologies of mathematical modeling for natural sciences. e-mail: acmpax@rambler.ru

Sinelschikov A.V., Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Industrial and Civil Engineering, Astrakhan State Architectural and Construction University. Author of over 100 research publications in the field of applied problems of mechanics, simulation of technical systems, improvement of methods of engineering construction and lifting and transport equipment design analysis based on the modern methods of computer and computational simulation. e-mail: laex@bk.ru

Khokhlova O.A., Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Mechanics and Engineering Graphics, Astrakhan State Technical University. Author of over 70 research publications in the field of a research of the theoretical and experimental phenomena arising at contacts of bodies; in the field of information educational technologies in the disciplines of the mechanical cycle. e-mail: zaphy@yandex.ru

Kulemina K.V., Cand. Sc. (Philol.), Assoc. Professor, Department of Foreign Languages, Astrakhan State Technical University. Author of over 30 research publications in the field of translation theory, pragmatics, the theory of speech acts, cognitive linguistics. e-mail: ksenia_v_k@mail.ru