
МЕТОДИКА И СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

METHODS AND MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

УДК 51(072)(043.3)

ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ-МЕХАНИКОВ

Д. Г. МЕДВЕДЕВ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 2220030, г. Минск, Беларусь

Описываются способы реализации образовательной логистики при подготовке студентов-механиков в классическом университете с учетом объема учебной нагрузки и специфики будущей профессиональной деятельности. Выделены этапы подготовки студентов (пропедевтический, базовый, профессионально ориентированный) и группы образовательных информационных потоков (основная, специальная и дополнительная), которые определяются степенью корреляции инвариантных фундаментально-академических и вариативных профессионально ориентированных компонентов содержания образования.

Ключевые слова: студенты-механики; математика; этапы обучения; информационные потоки; межпредметные связи.

LOGISTIC APPROACH ON TRAINING MECHANICS STUDENTS

D. G. MEDVEDEV^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

On the basis of taking into account the volume of academic burden and the specifics of future professional activity, the article describes ways to implement educational logistics in the training of mechanical engineering students at a classical university. Three stages (pro-therapeutic, basic training, vocational-oriented training) and three groups of educational in-

Образец цитирования:

Медведев ДГ. Логистический подход в обучении студентов-механиков. *Университетский педагогический журнал*. 2021;2:18–23.

For citation:

Medvedev DG. Logistic approach on training mechanics students. *University Pedagogical Journal*. 2021;2:18–23. Russian.

Автор:

Дмитрий Георгиевич Медведев – доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, доцент; первый проректор.

Author:

Dmitry G. Medvedev, doctor of science (pedagogy), PhD (physics and mathematics), docent; first vice-rector. medvedev@bsu.by



formation flows of students training (basic, special and additional) are identified, which are determined by the degree of correlation of invariant fundamental-academic and variable vocational-oriented components of educational content.

Keywords: mechanical engineering students; mathematics; training stages; information flows; inter-subject relations.

Введение

На современном этапе для стратегий развития высшего образования характерны тенденции междисциплинарности, информатизации и цифровизации. Эффективность процессов преподавания и обучения обусловлена в первую очередь целенаправленной научно обоснованной реализацией социальных, конкретных материальных, дидактических и коммуникационных условий в их взаимосвязи. Совокупность этих условий определяет информационно-образовательную среду учреждения образования, которая представляет собой специально организованную многоуровневую образовательную систему телеономного характера, направленную на приобретение обучающимися определенных знаний, умений, навыков, а также компетенций в рамках определенной специальности конкретного учебного заведения [1, с. 22]. Системно-структурная организация информационно-образовательной среды включает объектный и субъектный блоки. В объектный блок входят различные подсистемы ценностно-целевых, организационно-практических, научно-методических, коммуникативных, технических, информационно-технологических и социальных реалий, обеспечивающих учебный процесс, а в субъектный – участники образовательного процесса, методы, формы, условия и принципы их взаимодействия. В результате образуется сложная система взаимоотношений между разноуровневыми элементами образовательной среды. Цель такой среды – ориентация образовательного процесса на формирование молодого специалиста, обладающего системой так называемого инструментального предметного знания, навыками креативного мышления, инновационной подготовкой [2].

Телеономный характер информационно-образовательной среды обусловлен необходимостью обеспечения эффективности ее функционирования с учетом положений образовательной логики [3; 4]. Первые исследования в области этой науки, исследующей способы организации, планирования, контроля и мониторинга потоков информации в образовательном пространстве в соответствии с социально-экономическими запросами и ведущими образовательными тенденциями, появились в на-

чале 2000-х гг. Научная организация проектирования содержания обучения предполагает реализацию элементов образовательной логики – управление информационными потоками с учетом их взаимосвязи и взаимозависимости. Исследователи по-разному расставляют акценты в трактовке образовательной логики, определяя ее как науку и технику организации и самоорганизации образовательных функций и процессов для повышения эффективности образовательной деятельности [5], а также как совокупность принципов оптимизации процессов в образовательных системах и структурах. Объединяют эти трактовки два положения: 1) основная задача образовательной логики – повышение эффективности образовательного процесса; 2) логистический подход в образовательном процессе охватывает как целевой, так и содержательный, процессуально-технологический и результативный компоненты [4; 5]. Технологический компонент обеспечивает применение образовательных средств, способов и технологий обучения, отвечающих специфике целей и содержания образовательной подготовки.

В. К. Власова трактует информационный поток как «информацию, находящуюся в упорядоченном движении по заданным компонентам педагогической системы с фиксированными начальными, промежуточными и конечными точками» [6, с. 33]. Проведенная автором настоящей статьи работа по проектированию и организации предметной информационно-образовательной среды позволила прийти к выводу о том, что важнейшим условием повышения эффективности обучения являются выявление этапов подготовки, выделение информационных потоков и их синхронизация [1, с. 72]. Реализация в образовательном менеджменте таких требований, как комплексность, научность, конструктивность, определяется и спецификой вуза, и особенностями будущей профессиональной деятельности выпускников. В связи с этим представляется актуальным пересмотреть организационно-структурные, содержательно-нормативные и научно-методические изменения в системе подготовки профессионалов-математиков, специалистов-механиков в классическом университете.

Логистический подход в обучении студентов-механиков

Программа подготовки математиков и специалистов-механиков в классическом университете, в отличие от технических вузов, охватывает весьма боль-

шой объем материала по математике, теоретической механике, а также по различным профессионально ориентированным дисциплинам.



Дифференцированный учет многообразных потребностей субъектов информационно-образовательной среды осуществляется путем поэтапной организации подготовки студентов и включения разнородных учебных дисциплин в единый образовательный процесс. Личностно ориентированный подход требует изменения технологии обучения, состоящей в организации учебного процесса и предполагающей не только административное, но дидактически целесообразное управление, уже на уровне бакалавриата и охватывает анализ динамики содержания и мониторинг продуктивности обучения. Такой подход, направленный на развитие исследовательской активности и самостоятельности студентов, создает условия для реализации тенденций современного образования.

Применение образовательных средств, способов и технологий, отвечающих специфике целей и содержания образовательной подготовки, базируется на идее интеграции теории и практики обучения. Их единство обусловлено прежде всего реализацией общей цели, диктуемой развитием и социальным заказом общества. Кроме того, теория и практика обучения взаимно обогащают, дополняют друг друга и способствуют не только формированию системы знаний, умений и навыков по изучаемому предмету, но и становлению всесторонне развитой личности. Во-первых, основные различия теории и практики обучения состоят в степени глубины и последовательности охвата материала, поскольку первая развивается в соответствии с логикой самой науки, вторая же соотносится с характерными особенностями содержания предмета и соответствующей методикой его преподавания. Во-вторых, при изучении одних и тех же объектов с позиций механики и математики в теории и практике обучения рассматриваются различные их стороны, что позволяет выделить не только общие, но и специфические черты анализируемых объектов. Таким образом, в категориальном плане учебный предмет изоморфен науке, что же касается его конкретного содержания, то оно может быть вариативным [7].

Подготовка будущих специалистов в информационно-образовательной среде БГУ состоит из трех этапов [1]. На первом, пропедевтическом, этапе осуществляется довузовская подготовка, проводится профориентационная работа со школьниками, лицеистами и абитуриентами:

- на курсах по личностно ориентированной подготовке (в 9-х и 10-х классах);
- при подготовке к ЦТ в средних школах, лицеях (в 11-м классе);
- на олимпиаде по математике «Абитуриент ММФ»;
- на научно-практической конференции школьников «Первый шаг в науку»;
- в дни открытых дверей.

Все эти мероприятия организуются по договоренности с управлениями образования администраций районов Минска, директорами школ и лицеев.

Пропедевтическая подготовка продолжается на 1-м курсе механико-математического факультета БГУ, когда студентам читают курс «Введение в специальность» (52 ч, 34 ч из которых – лекции), имеющий общенаучную и профессиональную направленность. Его задача – познакомить студентов с содержанием дисциплины «Теоретическая механика» через актуализацию знаний школьного курса физики (раздел «Статика»). Курс знакомит студентов с задачами дисциплины «Теоретическая механика», кратким описанием ее методов, перечнем изучаемых физических процессов, а также с основными профессиональными качествами, необходимыми будущему специалисту-механику.

Предполагаются следующие результаты пропедевтической подготовки: развитие мотивации обучения у студентов, поддержание их познавательного интереса, формирование общенаучных знаний о естественно-научной картине мира и приобщение к учебно-исследовательской работе. Важной составляющей первого этапа является организация творческой самостоятельной работы студентов, разработка ее содержания, форм, индивидуальных домашних заданий и диагностики знаний. Для проведения текущего контроля и самоконтроля предлагаются закрытые тестовые задания.

Второй, базовый, этап подготовки специалистов-механиков (со 2-го семестра 1-го курса до 5-го семестра 3-го курса) направлен на приобретение фундаментальных знаний, умений, навыков и формирование способности к их применению в рамках получаемой специальности. В это время осуществляется непосредственное обучение студентов теоретической механике, способам использования математических методов и возможностей компьютерных технологий для моделирования физических процессов и изучения их динамики.

Ожидаемым результатом базовой подготовки студентов является овладение фундаментальными знаниями, а также академическими, социально-личностными и начальными профессиональными компетенциями, перечень которых приведен в последнем образовательном стандарте, разработанном согласно основным рекомендациям Дублинских декрипторов.

На третьем, профессионально ориентированном, этапе (с 6-го семестра 3-го курса до окончания вуза) подготовка студентов включает углубленное изучение математических методов, применяемых для современного моделирования и исследования свойств моделей, а также переход к таким наиболее сложным наукоёмким дисциплинам учебного плана, как «Механика сплошных сред», «Математическое моделирование сложных процессов и явлений»,



и другим дисциплинам специализации «Теоретическая механика по направлениям» и предполагает использование возможностей предметной информационно-образовательной среды. В этот период осуществляется формирование следующих академических и профессиональных компетенций по теоретической механике: способности к системно-моделирующей деятельности при решении профессионально ориентированных задач, творческого отношения к изучению и применению методов теоретической механики, математического и компьютерного моделирования при выполнении проектных заданий, курсовых и дипломных работ. В течение последних 1,5–2 лет обучения студенты-бакалавры проходят специализацию, в рамках которой изучают специальные разделы математического моделирования и применяют современные компьютерные технологии.

Такое условное деление образовательного процесса на этапы обеспечивает гибкость организационно-управленческих воздействий для сочетания целенаправленности и гетерогенности среды обучения, что позволяет готовить широкий спектр специалистов – от менеджеров небольших предприятий и производств, не насыщенных современной техникой, до научных работников, свободно владеющих современными средствами решения конкретных задач общетеоретического и прикладного характера [1].

Важно отметить, что информационные потоки неравнозначны. Это связано с тем, что подготовка специалистов-механиков предполагает освоение фундаментальных дисциплин, содержание которых инвариантно, и профессионально ориентированных специальных дисциплин, тематика и содержание которых варьируются и предусматривают разное количество часов. Например, некоторые специальные курсы рассчитаны на 30–50 ч, в то время как основные дисциплины изучаются более 300–500 ч. В связи с этим информационные потоки подготовки специалистов-механиков в классическом университете можно разделить на три группы: основную, специальную и дополнительную. В основе классификации лежат соотношение фундаментальной и профессионально углубленной составляющих содержания обучения, объем изучаемой дисциплины и ее место в образовательном процессе.

Содержательно-методическое основание синхронизации групп информационных потоков – интеграция фундаментально-академической и профессионально направленной составляющих подготовки студентов. Объединение теории и практики обучения происходит посредством актуализации межпредметных связей – педагогической категории, которая обозначает синтезирующие отношения между объектами и положениями, изучаемыми разными науками, отражает явления и процессы реальной действительности и находит свое выра-

жение в содержании, формах и методах учебно-воспитательного процесса, обеспечивая взаимосвязь образовательной, развивающей и воспитывающей функций [8].

На 1-м и 2-м курсах студенты получают серьезную общематематическую подготовку, основы знаний по программированию и информационным технологиям, изучают общетеоретические дисциплины, которые относятся к основной группе информационных потоков и включают значительный объем аудиторных занятий (блок математических дисциплин, «Теоретическая механика», «Механика сплошной среды» и «Сопротивление материалов»), включают систематическую диагностику и коррекцию усвоения, мониторинг динамики личных достижений и контроль посредством коллоквиумов и экзаменов.

Специальные информационные потоки охватывают ряд профессионально ориентированных дисциплин, предполагающих углубление теоретико-механического и математического знания, изучение более сложного теоретического материала («Механика сплошных сред», «Математическое моделирование сложных процессов и явлений», «Механика роботов и манипуляторов», «Численное моделирование волн на воде», «Устойчивость и колебания тонкостенных оболочек» и др.). Так, на 3-м и 4-м курсах углубленно изучаются математические методы, применяемые для современного моделирования и исследования моделей реальных процессов различной природы. Поскольку в учебном плане на изучение специальных дисциплин отводится меньшее количество часов, чем на изучение основных, увеличивается роль самостоятельного усвоения материала студентом.

К дополнительной группе информационных потоков относятся общеобразовательные естественные и гуманитарные дисциплины, содержание которых разработано с целью научно-теоретического углубления и расширения специальной профессиональной подготовки студентов-механиков («История и методология механики», «Основы LS DYNA», «Автоматизация эксперимента», «Биомеханика», «Наномеханика» и др.). Контроль знаний в основном предполагает сдачу зачета, выполнение индивидуальных заданий, проектных, курсовых и дипломных работ.

В целом содержание изучаемых дисциплин не только соответствует зарубежным аналогам специализации, но и учитывает специфику естественнонаучного образования в Беларуси. Таким образом, учебные программы подготовки специалистов-механиков, основанные на интеграции теории и практики с применением современных вычислительных методов и средств, создают «скелет» информационно-образовательной среды соответствующей специализации.

Процесс обучения и преподавания сложно организован, именно поэтому теоретико-педагогическая рефлексия разработки информационно-образова-



тельной среды как идеального конструкта и реально функционирующего объекта и становится необходимой. Целенаправленная реализация содержания внутри- и междисциплинарных связей обеспечивает

структурированность, связность, общность и устойчивость элементов знаний, что способствует их более осознанному усвоению и сохранению в долговременной памяти.

Результаты и их обсуждение

Разработанные научно-методические основания выделения информационных потоков позволили выявить процессуально-технологические аспекты и пути реализации образовательной логики, состоящие в разработке:

- структуры, содержания и методики использования электронного учебно-методического комплекса по теоретической механике;
- методических аспектов создания и использования информационно-компьютерных технологий при обучении математике и теоретической механике;
- системы диагностики и оценки результатов педагогического эксперимента при проверке эффективности методической системы обучения студентов теоретической механике.

Содержание учебно-методического обеспечения было обновлено. Традиционные приемы и методы обучения дополняются элементами перевернутого обучения (англ. *flipped learning*), дискурсивного анализа, используются динамические компьютерные модели, видеофрагменты задачных ситуаций, банки данных, таблицы, а также реальный и виртуальный учебный эксперимент.

При создании электронного учебно-методического комплекса были учтены следующие требования: соответствие его содержания программе, последовательность и системность в изложении курса «Теоретическая механика», включение проблемных практико-ориентированных вопросов и заданий посредством актуализации внутри- и межпредметных связей, использование функциональных взаимосвязей пакета *Structural Mechanics* и системы

Mathematica для компьютерного моделирования при решении задач по механике, наличие разработанной системы контроля, диагностики и коррекции знаний и умений по математике и теоретической механике, доступность лабораторий для студентов.

Можно сформулировать следующие организационно-педагогические условия использования электронного учебно-методического комплекса при проведении различных видов занятий: наличие соответствующей материально-технической базы, достаточный уровень информационной компетентности преподавателя и студентов, создание возможностей для систематического обновления учебной информации посредством уже освоенного и нового программного обеспечения. На механико-математическом факультете БГУ благодаря дидактическому принципу селективности сложилась определенная технология использования интернета во время учебного процесса – обращение к различным информационно-образовательным ресурсам для динамического моделирования и визуализации.

Компьютерная система *Mathematica* в сочетании с функциональными возможностями пакета *Structural Mechanics* используется в процессе обучения студентов-механиков при чтении лекций и проведении лабораторных работ по дисциплинам, связанным с механикой сплошных сред, в решении ряда учебно-исследовательских задач на проверку прочности материалов по различным теориям и задач теории упругости, в качестве справочных материалов при составлении уравнений движения в анизотропных средах.

Заключение

Изучение научно-педагогических и научно-методических исследований в области подготовки специалистов-механиков, а также анализ собственного опыта работы позволили автору настоящей статьи выявить несоответствия возросших требований к подготовке специалистов с реальными возможностями классических университетов. С начала 2000-х гг. в процессе констатирующего этапа естественного лонгитюдного педагогического эксперимента диагностика, проведенная посредством тестовых и контрольных заданий, анкетирования и опросов, позволила выявить проблемы в организации обучения студентов-механиков. С учетом специфики их профессиональной подготовки были разработаны учебные и учебно-методические материалы,

проанализированы пути реализации преемственности и непрерывности процесса обучения, установлены основания распределения учебных дисциплин по группам информационных потоков. В ходе исследования эффективности обучения студентов теоретической механике промежуточные результаты фиксировались в форме изменений в когнитивно-деятельностном и мотивационно-ценностном аспектах. Комплекс контрольных и диагностических заданий разрабатывался в соответствии с перечнем ключевых понятий каждой темы курса «Теоретическая механика», приведенных в типовой учебной программе для студентов-механиков, а также видами учебной деятельности, которые определяются спецификой подготовки студентов-механиков, способ-



ствуют реализации профессиональной направленности обучения и согласуются с репродуктивным, продуктивным и эвристическим уровнями обучения.

Перспективными направлениями дальнейших исследований в области университетской теории и методики обучения студентов механике являются научное обоснование и разработка учебной дисциплины «Методика преподавания теоретической и прикладной механики в вузе», исследование

уровневой дифференциации обучения механике на основе адаптивных методов контроля и диагностики, разработка методик подготовки магистров по специальности «Механика и математическое моделирование» в соответствии с требуемым предприятиями-работодателями уровнем квалификационной и профессиональной подготовки, возможности и перспективы применения 3D-технологий в учебном процессе.

Библиографические ссылки

1. Медведев ДГ. *Организация обучения студентов механиков в информационно-образовательной среде классического университета*. Минск: БГУ; 2018. 214 с.
2. Noskov MV, Shershneva VA. The mathematics education of an engineer: Traditions and innovations. *Russian Education and Society*. 2007;49 (11):70–84.
3. Медведев ДГ. Об образовательной логистике и информатизации подготовки студентов-механиков в классическом университете. *Педагогическая информатика*. 2018;1:55–62.
4. Трофимова ОА. Образовательная логистика как основа управления образовательной организации. *Педагогическое образование в России*. 2017;8:38–42.
5. Денисенко ВА. *Основы образовательной логистики*. Калининград: Калининградский государственный университет; 2003. 317 с.
6. Власова ВК. *Проектирование и реализация содержания педагогического образования на основе интеграции информационных потоков* [диссертация]. Казань: Институт педагогики и психологии профессионального образования Российской академии образования; 2013. 401 с.
7. Бровка НВ. *Интеграция теории и практики обучения математике как средство повышения качества подготовки студентов*. Минск: БГУ; 2009. 243 с.
8. Король АД, Бровка НВ. Об актуальности исследований по теории обучения математике и информатике. *Педагогическая информатика*. 2018;1:119–130.

References

1. Medvedev DG. *Organizatsiya obucheniya studentov mekhanikov v informatsionno-obrazovatel'noi srede klassicheskogo universiteta* [Organisation of training of students of mechanics in the information and educational environment of a classical university]. Minsk: Belarusian State University; 2018. 214 p. Russian.
2. Noskov MV, Shershneva VA. The mathematics education of an engineer: traditions and innovations. *Russian Education and Society*. 2007;49(11):70–84.
3. Medvedev DG. [On educational logistics and informatisation of training students–mechanics in a classical university]. *Pedagogical informatics*. 2018;1:55–62. Russian.
4. Trofimova OA. [Educational logistics as the basis of management of an educational organization]. *Pedagogical education in Russia*. 2017;8:38–42. Russian.
5. Denisenko VA. *Osnovy obrazovatel'noi logistiki* [Fundamentals of educational logistics]. Kaliningrad: Kaliningrad State University; 2003. 317 p. Russian.
6. Vlasova VK. *Proektirovanie i realizatsiya sodержaniya pedagogicheskogo obrazovaniya na osnove integratsii informatsionnykh potokov* [Design and implementation of the content of teacher education based on the integration of information flows; dissertation]. Kazan: Institute of Pedagogy and Psychology Professional Education of the Russian Academy of Education; 2013. 401 p. Russian.
7. Brovka NV. *Integratsiya teorii i praktiki obucheniya matematike kak sredstvo povysheniya kachestva podgotovki studentov* [Integration of theory and practice of teaching mathematics as a means of improving the quality of student training]. Minsk: Belarusian State University; 2009. 243 p. Russian.
8. Korol' AD, Brovka NV. [On the relevance of research on the theory of teaching mathematics and computer science]. *Educational informatics*. 2018;1:119–130. Russian.

Статья поступила в редколлегию 25.08.2021.
Received by editorial board 25.08.2021.