МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

НАУЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В УНИВЕРСИТЕТАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Гомель 2024

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

НАУЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В УНИВЕРСИТЕТАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Материалы
VI Международной научно-практической конференции
(Гомель, 18 апреля 2024 г.)

Под общей редакцией Ю. И. КУЛАЖЕНКО

Гомель 2024

УДК 378.14:51
ББК 74.58
Н34

Рецензент –
проректор по научной работе
Белорусского государственного университета транспорта,
канд. техн. наук **А. А. Ерофеев**

Н34 **Научные и методические аспекты** математической подготовки в университетах технического профиля : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 18 апреля 2024 г.) / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2024. – 123 с.
ISBN 978-985-891-148-5

В материалах конференции представлены результаты работы исследователей, занимающихся вопросами математического образования студентов в сов-ременных условиях. Уделено внимание как проблемам, характерным для всех вузов, так и специфическим проблемам университетов технического профиля. Рассмотрены методы и подходы в решении вопросов, связанных с внедрением и функционированием инновационных технологий, пути и перспективы развития информатизации образования.

Материалы сборника могут быть рекомендованы как преподавателям вузов технического профиля, так и иным исследователям, занимающимся разработкой вопросов данной тематики.

УДК 378.14:51
ББК 74.58

ISBN 978-985-891-148-5

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ. ОБОБЩЕНИЕ ОПЫТА ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

УДК 37.02:519.85

ИЗ ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ФОРМ И МЕТОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

И. Б. БУРАЧЕНОК, В. С. ВАКУЛЬЧИК, А. П. МАТЕЛЕНОК
Полоцкий государственный университет им. Евфросинии Полоцкой, Республика Беларусь

Необходимость изменений в методических подходах реализации обновленных образовательных стандартов высшего отечественного профессионального образования [1] является неопровержимым требованием настоящего времени. Эти изменения влекут за собой поиск методов, средств и форм, позволяющих готовить активных, творчески настроенных, компетентных профессионалов, обязательно умеющих и готовых работать в команде.

Выделенное положение подтверждается и социальным заказом Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года, в основу которого положено «развитие у обучающихся способностей, дающих возможность самостоятельно усваивать знания, творчески их перерабатывать, внедрять их в практику и нести ответственность за свои действия» [2]. Решать эти достаточно сложные и многогранные методические проблемы приходится в непростых объективных условиях. Отдельные негативные из них нами выделены в [3].

Представляется неоспоримым, что значительный потенциал для решения выделенных дидактических проблем имеют активные, а также интерактивные формы и методы обучения. Именно их содержательная суть, а также современные педагогические информационные технологии позволяют повысить эффективность обучения и способствуют формированию будущего специалиста, востребованного экономикой нашего государства.

Истоки идей и научно-методических основ построений активного и интерактивного обучения находятся у классиков педагогики, а также теории и методики обучения (Я. А. Коменский, А. Дистервег, Л. С. Выготский, А. А. Вербицкий, В. К. Дьяченко, В. А. Козаков, И. Я. Лернер, А. М. Матюшкин, А. А. Столяр, В. Л. Платов, Е. А. Хруцкий, И. С. Якиманская и др.).

«Интерактивные формы обучения характеризуются следующими признаками: тесное сотрудничество преподавателя и студента, основанное на диалоговом взаимодействии; высокий уровень включенности студентов в процесс обучения; активность в процессе разных видов учебной деятельности; ориентация учебного процесса не столько на внешние результаты, сколько на внутренние, отсроченные по своему характеру; интенсификация потенциала учебного процесса; наличие обратных связей в обучении; мотивация обучения не только личного характера, но и социокультурной значимости; возможность моделирования целостного содержания будущей профессиональной деятельности; повышенная эмоциональность студентов» [4].

Для повышения эффективности и качества образовательного процесса имеется возможность и востребованность применения при его реализации взаимосвязанного многообразия активных и интерактивных методов. В данной статье авторами предлагается к обсуждению мини-проект «работа в команде» с элементами «мозгового штурма», применяемый в процессе чтения лекции «Базовые механизмы манипулирования данными», читаемой в курсе «Базы данных».

Умение работать в команде является востребованным социально-экономическим состоянием современного общества. Ведь, с одной стороны, для претворения в жизнь высоких и сложных технологий требуется эффективное взаимодействие специалистов разного профиля: «Взаимодействие субъектов – суммированная совокупность поочередных взаимных воздействий субъектов, направляющих усилия на общее достижение цели» [5, с. 25].

«С другой стороны, «работа в команде» создает благоприятные условия и дает возможность всем студентам группы участвовать в решении задач, поставленных преподавателем. При этом они получают ценный опыт и возможность формирования компетенций командной работы, межличностного общения, сотрудничества, учатся формулировать общее мнение. При таком интерактивном обучении происходит осознание студентами ценности других людей, формируется потребность оказывать поддержку другим людям в ходе совместной деятельности» [6].

«Метод проектов» был выбран в силу того, что, выполняя проект, студенты вовлекаются в активную самостоятельную познавательную деятельность. Тем самым создаются условия для формирования у обучающихся познавательной самостоятельности преобразующе-воспроизводящего, а также творческого уровня. Другими словами, для овладения студентами способностями стремления и умения познавать, требующими наличия и развития аналитического мышления. Такой уровень мышления является основанием для овладения обучающимися компетенциями выявления проблем, а также сбора, структурирования и логической организации информации, необходимой для их решения.

На лекции ставилась задача не только овладения студентами на достаточном уровне темой, но и важно было создать условия для формирования универсальных, базовых профессиональных, специализированных компетенций специалиста, выделенных в рамках дисциплины «Базы данных». Поэтому в лекции следовало выделить два основных этапа. Первый этап состоит в вовлечении студентов в активную познавательную деятельность для усвоения понятий, связанных с «базовыми механизмами манипулирования данными». Этот этап служит также для овладения ими классификацией процесса манипулирования реляционными данными на два базовых механизма (первый основан на теории множеств и реляционной алгебре; второй базируется на математической логике и представляет собой реляционное исчисление). Второй этап состоит в демонстрации возможностей применения полученных знаний при решении профессиональных задач. На этом этапе как раз реализуется «метод проектов». При этом у студентов формируются возможности моделирования реальных условий будущей профессиональной их деятельности.

Управленческая деятельность на лекции отводится лектору и четырем коучерам, ведущим практические занятия по курсу «Базы данных». Студенческая аудитория разделяется на четыре команды с придуманными ими названиями и девизами. Они получают соответствующие атрибуты в заданном цвете: бейджи участникам, коробки с конвертами, содержащими задания в заданной последовательности, ручки, табличка, флажок коучера. Каждой команде присваивается определенный цвет: A (красный), B (синий), C (зеленый), D (желтый).

Ассистент-коучер выполняет функции консультанта и тренера, от него во многом зависит эффективность и качество полученных членами команды знаний. Его роль состоит также в оказании помощи студентам команды в устранении различного рода проблем. Он может через постановку специально подобранных проблемных вопросов «подвести» студентов к самостоятельному определению путей решения поставленной задачи, которая требует нестандартного мышления, творческого поиска истины.

Задача преподавателя-лектора состоит в управлении содержательной, когнитивной стороной обсуждения заданных вопросов. Лекция предусматривает выполнение командами шести заданий. Из них пять заданий отведены для выполнения всеми участниками команды. Шестое задание предполагает конкурс капитанов, т. е. студентов, которых команда самостоятельно определит в качестве лидеров владения знаниями по дисциплине «Базы данных». Каждое из заданий предполагает соответствующий интерактивный метод обучения. Время, отведенное на выполнение каждого из заданий, 10 минут. Отсчет времени целесообразно сопровождать звуковым эффектом и видеоизображением. Это способствует мобилизации студентов всех команд и придает дух соревнования. Команда, которая быстрее и точнее всех выполнит задание, получает баллы, которые фиксируются на учебной доске.

Представим одно из заданий, для выполнения которого наиболее целесообразным является использование мини-проекта «работа в командах» с элементами «мозгового штурма». Командам ставится задача разгадать кроссворд: предлагаются построенные запросы на языке SQL. Каждый из запросов предполагает применение одной из операций реляционной алгебры (PROJECTION, RESTRICTION, JOIN, DIVIDE, UNION, INTERSECT, DIFFERENCE, PRODUCT). Студентам необходимо определить данную операцию и вписать русскоязычное ее название таким образом, чтобы все клеточки по вертикали и по горизонтали были заполнены.

По результатам проведенного занятия сразу видны лидеры, которые способны организовать всю команду и управлять ее деятельностью по решению поставленных задач. Они могут успешно настроить группу так, чтобы поднять ее «настрой и боевой дух».

Интерактивные формы и методы обучения обеспечивают каждому студенту формирование мотивационной основы и активности студентов к изучаемой теме, также к процессу самостоятельного выбора ими способа и формы решения конкретных профессионально-ориентированных задач. Они учат работать в команде и уважать коллектив, быть открытыми для обучения и активно включаться во взаимоотношения и сотрудничество с другими участниками образовательного процесса. Таким образом, создаются благоприятные условия для подготовки квалифицированных кадров, формирования у них умений и навыков познавательной самостоятельности, указанных стандартом компетенций, а значит, для повышения эффективности обучения.

Список литературы

1 *Макаров, А. В.* Инновационные образовательные системы в высшей школе: проблемы качественного развития / А. В. Макаров // Выш. шк. – 2018. – № 2. – С. 15–18.

2 Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс] : протокол заседания Президиума Совета Министров Респ. Беларусь от 2 мая 2017 г. № 10. – Режим доступа : http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf. – Дата доступа : 24.11.2023.

3 *Мателенок, А. П.* Теоретико-методологические основы проектирования и реализации учебно-методического комплекса нового поколения по математике /

А. П. Мателенок, В. С. Вакульчик. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т им. Евфросинии Полоцкой, 2023. – 232 с.

4 *Ибрагимова, Е. М.* О формах и методах интерактивного обучения в высшей школе / Е. М. Ибрагимова // Дидактика профессиональной школы : сб. науч. ст. – Казань : Данис, 2013. – С. 62–68.

5 *Щуркова, Н. Е.* Педагогическая технология / Н. Е. Щуркова. – М. : Пед. об-во России, 2005. – 256 с.

6 *Мателенок, А. П.* Методические аспекты интерактивного взаимодействия студентов и преподавателя на основе УМК нового поколения / А. П. Мателенок // Вестн. МГИРО. – 2019. – № 3 (39). – С. 16–20.

УДК 159.953.5:378.14

ЕЩЕ РАЗ О ЛОГИЧЕСКОМ МЫШЛЕНИИ

А. М. ГАЛЬМАК, О. А. ШЕНДРИКОВА, И. В. ЮРЧЕНКО
Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий, г. Могилёв

В технических университетах первым изучаемым разделом в курсе высшей математики обычно являются основы линейной алгебры. Этот раздел предусматривает рассмотрение различных методов решения систем линейных уравнений, одним из которых является матричный метод, применяемый для систем с числом уравнений, равным числу неизвестных. Применять указанный метод возможно только после того, как вначале будет дано определение обратной матрицы, а затем сформулирован и желательно доказан критерий её существования. И вот тут выясняется, что устоявшиеся, классические формулировки критерия, содержащие выражения «*необходимо и достаточно*» или «*тогда и только тогда, когда*», как правило, не воспринимаются студентами, так как они не понимают смысла этих выражений. Замена их логической связкой $\Leftrightarrow$ приводит к формулировке: *квадратная матрица A имеет обратную матрицу* A^{-1} $\Leftrightarrow$ *её определитель отличен от нуля*. По мнению студентов, в таком виде критерий становится более понятным. Но всё-таки, как показывает опыт и школьных учителей, и вузовских преподавателей, в сложившихся условиях вместо подобных теорем, содержащих в своей формулировке одновременно прямую и обратную теоремы, предпочтительнее рассматривать их отдельно, указав, какая из них прямая, а какая обратная. Например, прямой теоремой можно считать предложение: *если определитель матрицы A отличен от нуля, то она имеет обратную матрицу* A^{-1}. Тогда обратная теорема имеет вид: *если матрица A имеет обратную матрицу* A^{-1}, *то её определитель отличен от нуля*.

Прямая и обратная теоремы не должны быть чем-то новым для выпускников средней школы, так как они неоднократно встречались с ними на уроках. Особенно много прямых и обратных теорем в геометрии. Встречаются они и в алгебре, например, прямая и обратная теоремы Виета. И тем не менее приведённые в нашей предыдущей публикации [1] почти неотредактированные высказывания студентов о прямой и обратной теоремах удивляют своей оригинальностью и нестандартностью и подтверждают мнение других вузовских преподавателей [2] о неспособности большинства выпускников средней школы различать прямую и обратную теоремы, необходимое и достаточное условия.

Изучая математику в школе, а затем высшую математику в вузе, обучающиеся узнают, что, помимо прямых и обратных теорем, существуют также теоремы, являющиеся обобщениями каких-то других результатов. Например, «школьную» теорему косинусов можно рассматривать как обобщение «школьной» же теоремы Пифагора, которая, в свою очередь, может рассматриваться как частный случай или следствие теоремы косинусов. Аналогично в высшей математике теорема Ролля является частным случаем теоремы Лагранжа, которая, в свою очередь, является частным случаем соответствующей теоремы Коши.

Приведенные только что примеры обобщений характеризуются тем, что они могут быть получены снятием каких-то ограничений или отменой каких-то требований, присутствующих в результатах, которые они обобщают. Так, если в теореме Пифагора не ограничиваться прямым углом, то возникает теорема косинусов, а если в теореме Ролля не требовать равенства значений функции на концах отрезка, то появляется теорема Лагранжа. Ещё один путь, приводящий к обобщающим теоремам, связан с переходом от постоянных величин к переменным величинам. Например, замена в «школьной» теореме о сумме внутренних углов треугольника постоянной величины 3 переменной величиной n приводит к обобщающей теореме о сумме внутренних углов выпуклого n-угольника. А в высшей математике многие теоремы о дифференциальных уравнениях n-го порядка являются обобщениями соответствующих теорем о дифференциальных уравнениях первого или второго порядка.

Попросив первокурсников высказаться по поводу обобщений и частных случаев, не обязательно математических, и исключив доступ к интернету, мы получили следующие любопытные результаты – один интереснее другого, которые оставили непричёсанными.

***Обобщение** – это:*

– объяснение чего-либо в общем виде;

– систематизация знаний;

– несколько ситуаций, решения которых схожи;

– краткий вывод из большой информации;

– рассмотрение общей картины;
– то, что можно использовать для определения понятия;
– подведение итогов всего материала, который изучил кто-либо;
– вывод, который сделали в результате чего-то;
– подведение итогов какой-то работы;
– что-то общее, сплочённое;
– объединение выводов;
– вывод, который можно извлечь из любого явления;
– повторение изученной информации;
– конечный вывод;
– краткое пояснение;
– всеобщее, воссоединяющее повторение;
– подведение итогов из всего сказанного;
– когда всё подлежит определённым правилам, принципам, законам, то есть всё под одну гребёнку;
– объединение самой важной информации из разных частей одной темы, то есть описание в общих чертах;
– когда все факты сливают в общее;
– когда идёт разговор обо всём, что мы знаем.

Частный случай *– это:*
– рассмотрение конкретных деталей в картине;
– какое-то исключение из чего-либо или что-то, что не является исключением, но не часто встречается;
– единичный момент;
– ситуация, связанная с неожиданностями;
– случай, который индивидуален для чего-либо;
– проявление каких-нибудь необычных деталей;
– случай, который при каких-то значениях будет всегда одинаковым;
– подробное рассмотрение определённого примера;
– исключение, которое подчиняется определению, но имеет особенности;
– то, что редко применяется, но может попадаться;
– случай, адресованный к одному определённому явлению;
– единственный случай;
– часто используемое выражение;
– объяснение чего-либо на отдельном примере;
– исключение из правил, бывает только в единичном случае;
– все темы, обычно в конце учебника;
– случай, который объясняется на каком-либо примере;
– действие, которое редко применяется;
– то, что встречается в природе один раз;
– что-то единое, что рассматривается как отдельное;
– то, что не поддаётся всеобщим правилам;

– противоположность обобщению;
– какой-либо узконаправленный случай.

Приведенный здесь неполный список высказываний студентов об обобщениях и частных случаях и их же высказывания в [1] о прямых и обратных теоремах, определениях и обозначениях, кривых второго порядка свидетельствуют о довольно своеобразном и часто далёком от какой-либо логики мышлении выпускников средней школы.

В учительской и преподавательской среде широко распространено мнение, что именно ЦТ, оказывается, виновато в слабой математической подготовке и низком уровне логического мышления школьников. На ЦТ после его появления стали вешать всех собак, считая, что оно является виновником почти всех бед и проблем школьного образования. Но само по себе введение тестов не должно было повлечь за собой такое развитие событий. Истинной причиной случившегося является, по нашему мнению, фактическое изгнание доказательств из школьной математики, что привело к пренебрежительному отношению учителей к доказательствам, чему в прежние времена уделялось огромное внимание. А исчезновение доказательств является прямым следствием отмены устных экзаменов в школе и при поступлении в вуз. Для письменных экзаменов, а тем более для ЦТ знание доказательств не обязательно, достаточно знать формулировки соответствующих математических результатов. Зачем учителям тратить время на доказательство теорем, если его можно потратить на натаскивание школьников для успешного выполнения письменных экзаменов и тестовых заданий. Попутно заметим, что доказательства практически исчезли и из университетских курсов высшей математики по причине сокращения количества часов, отводимых на её изучение.

По нашему мнению, для развития логического мышления школьников и студентов и повышения его до уровня, позволяющего не ограничиваться решением только шаблонных задач, но и широко использовать в учебном процессе задачи, требующие для своего решения нестандартного мышления и творческого подхода, связанного с построением логических цепочек, приводящих к верному результату, необходимо для начала вернуть в школу и в вузы доказательства школьных и вузовских теорем, включённых в учебные программы. А для этого следует остановить безостановочный процесс сокращения часов, отводимых на изучение математики, прежде всего в вуцзах, а затем начать постепенно увеличивать количество этих часов.

Список литературы

1 *Гальмак, А. М.* Куда подевалось логическое мышление обучающихся? / А. М. Гальмак, О. А. Шендрикова, И. В. Юрченко / Научные и методические аспекты математической подготовки в университетах технического профиля : материалы

V Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 27 апреля 2023 г.) / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 30–34.

2 *Майсеня Л. И.* Актуализация содержания средств обучения в непрерывном математическом образовании / Л. И. Майсеня, И. Ю. Мацкевич / Научные и методические аспекты математической подготовки в университетах технического профиля : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 27 апреля 2023 г.) / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 108–114.

УДК 378.147

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

В. Е. ЕВДОКИМОВИЧ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Развитие современного общества отличается высокой динамичностью, быстрыми темпами «устаревания» знаний, что требует постоянного совершенствования. Это находит свое отражение в образовательном процессе. Современный педагогический процесс претерпевает существенные изменения. Кардинально меняется подход к образованию в целом. Традиционная система ориентировалась на парадигму «преподаватель – учебник – студент», то есть основное внимание акцентировалось на деятельности преподавателя, который выступал в роли основного, наиболее авторитетного источника информации. На современном этапе формируется система, в которой больший упор делается на индивидуальную познавательную деятельность студента [1].

При получении университетского образования процесс обучения должен носить информативный характер, то есть основанный на постоянном поступлении новой информации, непрерывном общении.

Во время лекционных занятий общение между преподавателем и студентами минимально, поэтому на первый план выходит внешнее проявление профессионально-педагогической культуры преподавателя: умение правильно говорить и грамотно излагать материал, аккуратность, стиль преподнесения излагаемого материала, его глубина. Это оказывает воздействие на заинтересованность студентов проблемой, предложенной к рассмотрению преподавателем.

Представление лекционного (теоретического и практического) материала часто сопряжено с большим объемом графической или аналитической информации. Традиционные формы преподнесения лекционного материала перестали отвечать требованиям современности. Для формирования современного квалифицированного специалиста необходимы методики, связанные с информационно-коммуникативными технологиями [4].

При подготовке и изложении лекционного материала необходимо использовать основные педагогические правила – правило «рамки» и правило «цепи». Правило «рамки» заключается в чёткой структуризации излагаемого материала. Внутри «рамки» при этом выделяются основные блоки: первая часть «рамки» представляет собой краткую информацию о теме и ее актуальности, далее излагается основной материал и делается заключение; вторая часть – это краткое подведение итогов. Но выделенные блоки должны излагаться с помощью «фраз-переходников». Благодаря их использованию выступление хотя и состоит из отдельных звеньев, но составляет единую цепь, вследствие этого прием и получил название правило «цепи». Правило «цепи» реализуется на практике благодаря роли преподавателя в качестве активного комментатора информации, расположенной на каждом из представленных слайдов.

В литературе последнее время постоянно идет речь о развитии самостоятельности у студентов, но это касается в основном практических и лабораторных занятий. Но и лекция может и должна способствовать тому, что студенты из пассивных слушателей превращаются в ораторов. Для этого в конце лекционного занятия преподаватель может ознакомить студентов с вопросами, которые будут озвучены на следующей лекции. Студентам предлагается подготовить доклад по данной теме и выступить с ним на следующей лекции. Для подготовки к подобному мероприятию преподаватель может порекомендовать периодическую литературу, соответствующую данной теме. Такая система значительно интереснее и эффективнее, чем традиционное объяснение нового материала [2].

Таким образом, достигается сразу несколько положительных эффектов. Во-первых, психологический эффект. Студент, оказавшись на месте преподавателя, получает возможность ощутить те же чувства и эмоции и осознать трудность выступлений на большую аудиторию, более уважительно относиться к работе преподавателя. Во-вторых, позволяет каждому студенту раскрыть свои потенциальные возможности (как интеллектуальные, так и ораторские) и, таким образом, содействует появлению интереса к процессу обучения и развитию инициативы. В-третьих, такая форма проведения лекционных занятий эффективна и с точки зрения усвоения знаний. В данном случае студенты получают возможность выявить различные теоретические выкладки на практике и, таким образом, лучше понять, а впоследствии, вспомнить данный материал [5].

Несмотря на важность лекционных занятий, их роль тем не менее не является определяющей в научно-познавательном процессе обучаемых. Лекция призвана создать мотивацию для самостоятельной работы студентов, ориентировать обучаемых в научной литературе.

Приемы самоорганизации деятельности студентов наилучшим образом реализуются через организацию практических и лабораторных занятий путем проведения диалогов, диспутов, проблемных семинаров. Поскольку главная задача современного преподавателя не должна сводиться только к передаче знаний и опыта, то необходимо помочь студентам критически осмысливать информацию, делать выводы, аргументировать свою точку зрения, а вместе с тем научить студентов самостоятельно пополнять свои знания. При этом достигается главная цель – предоставление возможности для коллективного делового общения студентов. Роль преподавателя при этом заключается в предварительной четкой формулировке коротких вопросов, подлежащих обсуждению. Значимость данной работы состоит в определении основного направления планируемого занятия-диспута. При столкновении с проблемным материалом (новым, непонятным теоретическим или практическим вопросом, вызывающим различные, порой противоречивые позиции при его решении) возникают посылы к развитию индивидуальной познавательной и мыслительной деятельности. Вместе с тем меняется и роль преподавателя: из «непререкаемого авторитета» он должен превратиться в заинтересованного собеседника, сотрудника. Для этого необходимо изменять и саму технологию обучения. Прежде всего, каждый преподаватель должен овладевать приемами учебного диалога: при ознакомлении с дискуссионным материалом собственную позицию необходимо определять не как главную, но как нейтральную, что дает возможность студентам высказывать и аргументировать свою точку зрения без боязни, что их одернут или остановят.

Самостоятельная подготовка студентами сообщений по проблемному материалу является компонентом коммуникативно-познавательной деятельности обучаемых. Студенты в процессе работы над ним приобретают умение отбирать, анализировать, синтезировать материал. Кроме того, в момент озвучения сообщения студентом в аудитории происходит совершенствование речевого развития и приобретение навыков общения, сотрудничества, отстаивания собственных позиций, убеждения. Таким образом, коллективность практических занятий студентов улучшает их адаптацию к современным условиям и будущей профессиональной деятельности [3].

Для достижения главной цели – мотивации коммуникативно-познавательной деятельности студентов – роль преподавателя состоит также и в обеспечении гармонизации различных форм обучения. Эта цель достигается благодаря формированию учебно-методического комплекса, появляется возможность организационного обеспечения процесса обучения студентов. Наибольшая эффективность учебно-методической работы достигается в том случае, когда одним из основных методов разработки комплексов является проблемно-поисковый метод. Постановка перед студентами вопросов (проблем) по каждой из тем, входящих в изучаемый курс, определяет необходимость самостоятельного поиска ответа на вопросы, формулировки теоретических выводов. Проблемно-поисковые методы требуют активной мыслительной деятельности студентов, творческого поиска, анализа собственного опыта и накопленных знаний.

Использование в обучении учебно-методического комплекса позволяет организовать учебный процесс не как введение в сознание студентов готовой информации, а раскрытие профессионального смысла любого задания, сформировать исследовательское начало.

Таким образом, современный преподаватель должен стремиться к реализации в образовательном процессе следующих основополагающих, фундаментальных задач:

– совершенствование собственной профессионально-педагогической культуры преподавателя (речевой, научно-исследовательской).

– мотивация самостоятельной работы студентов, пробуждение в них интереса к преподаваемой дисциплине посредством использования информационно-коммуникативных технологий, активизации процесса общения студентов как между собой, так и с самим преподавателем, гармонизации различных методов обучения и педагогических приемов.

Список литературы

1 *Евдокимович, В. Е.* О повышении эффективности образовательного процесса / В. Е. Евдокимович, Н. М. Курносенко // Актуальные вопросы научно-методической и учебно-организационной работы: модернизация высшего образования как определяющий фактор развития университета : сб. ст. науч.-метод. конф. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – Ч. 1. – С. 109–113.

2 *Евдокимович, В. Е.* О развитии творческого мышления студентов в процессе обучения / В. Е. Евдокимович // Актуальные вопросы научно-методической работы и учебно-организационной работы: модернизация высшего образования как определяющий фактор развития университета : сб. ст. науч.-метод. конф. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – Ч. 3. – С. 172–176.

3 *Евдокимович, В. Е.* Актуализация самостоятельной работы студентов при изучении теории вероятностей / В. Е. Евдокимович // Математическая подготовка в университетах технического профиля: непрерывность образования, преемственность, инновации : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 86–90.

4 *Евдокимович, В. Е.* Информационно-коммуникативные технологии в преподавании математики в Белорусском государственном университете транспорта / В. Е. Евдокимович // Актуальные вопросы научно-методической и учебно-организационной работы: современная система общего среднего и высшего образования как исторический фактор единства и устойчивого развития общества [Электронный ресурс] : респ. науч.-метод. конф. (Гомель, 16–17 марта 2022 года). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – С. 118–121.

5 *Евдокимович, В. Е.* Формирование творческого мышления студентов в учебном процессе / В. Е. Евдокимович // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа (Гомель, 16–17 ноября 2023 г.) : в 2 ч. Ч. 2 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 184–186.

УДК 378.147:51

О ВАЖНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

В. Е. ЕВДОКИМОВИЧ, Е. А. ЗАДОРОЖНЮК
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В данной статье авторы рассматривают проблему преподавания математики в техническом вузе, которая неоднократно поднималась в предыдущих публикациях [1].

При изучении дисциплины «Математика» со стороны студентов часто звучит один и тот же вопрос: «А зачем мне нужна математика? Я буду инженером в строительной (транспортной) промышленности. Математика не является специальной дисциплиной, следовательно, она не относится к моей будущей профессии!».

Для ответа на данный вопрос разберёмся в ситуации, в которую попадает преподаватель-предметник. Выясним, что такое «Математика».

Математика – фундаментальная наука, предоставляющая языковые средства другим наукам. Тем самым она выявляет их структурную взаимосвязь и способствует нахождению самых общих законов природы [2]. Математика является основным языком инженерных исследований, основой инженерного образования. В работе инженера она решает профессиональные задачи. Поскольку в неразрывной связи с запросами техники и естествознания запас количественных отношений и пространственных форм, изучаемых математикой, непрерывно расширяется, то это общее определение математики наполняется все более богатым содержанием.

Слово «инженер» (фр. ingenieur, от лат. ingenium – способность, изобретательность) – это специалист с высшим техническим образованием, создатель информации об архитектуре материального средства достижения цели или способа изготовления этого средства (продукта) и осуществляющий руководство и контроль за изготовлением продукта [2].

Так как исследования в области общих проблем управления и связанных с ними областях математики в соединении с прогрессом вычислительной техники дают основу для автоматизации новых сфер человеческой деятельности, то основной задачей инженера считается разработка новых и оптимизация существующих решений. Например, оптимизация проектного решения (в том числе вариантное проектирование), оптимизация технологии и т. п. Разработка принципиально новых решений (изобретений) составляет малую часть инженерного труда, но наиболее значимую.

Изучив обязанности инженера, мы приходим к выводу, что для осуществления инженерной деятельности необходима база определенных знаний, в основании которой находится математика. Какие знания необходимы инженеру? Инженер должен обладать:

– общеобразовательными знаниями, умениями и навыками широкого профиля (культура речи, иностранные языки, специальное и экономическое образование);

– общепрофессиональными знаниями и умениями в области измерительной техники, технико-технологической диагностики, чтения и разработки технической документации, охраны труда, необходимыми для широкого круга деятельности;

– когнитивными способностями – способностями к переносу знаний, умений и навыков из одного вида профессиональной деятельности в другой, к решению проблем, самостоятельности и критичности мышления;

– психомоторными способностями и умениями (координация действий, выносливость, быстрота реакции, сноровка, концентрация внимания);

– персональными качествами (надежность, ответственность, самостоятельность, мотивация достижений, стремление к качеству в работе);

– социальными способностями (сотрудничество, кооперация, толерантность, корпоративность, справедливость).

При этом роль математики в образовании будущего инженера трудно переоценить. Математические предметные знания являются базой для успешного усвоения учащимися специальных знаний, которые изучаются на старших курсах.

Математические приложения в технике давно уже стали классическим примером математического моделирования. При этом очень важны воспитательная и развивающая функции дисциплины «Математика». Здесь формируется математическая культура мышления, в связи с чем, студент учится логически мыслить, доказывать, аргументировать свои суждения; развивается способность ставить задачу, производить ее анализ, находить соответствующие методы решения, проводить анализ решения; понимать категории необходимости и достаточности.

В настоящее время, когда необходимость глубокой математической подготовки инженеров не надо обосновывать, когда как в содержательном, так и в организационном плане обособилась сфера технических наук, ставшая объектом философско-методологического анализа, вопрос о значении математики для техники трансформировался в проблему математизации технических наук.

Процесс математизации технических наук фиксируется как феномен при рассмотрении истории технических знаний в той или иной области. Более того, он происходит столь стремительно, что ощущается каждым инженером и инженерным сообществом в целом в виде проблем повышения квалификации, перестройки учебных программ, связанных с быстрым устареванием и сменой используемого математического аппарата.

С внешней стороны математизация технических наук может быть охарактеризована как последовательное расширение и усложнение применяемых в инженерии математического аппарата и методов.

Внутренняя, сущностная сторона математизации технических наук может быть раскрыта на основе исследования функций и роли математики в формировании и функционировании технических теорий и анализа их изменений в процессе развития технических наук. Она имеет специфику, обусловленную особым гносеологическим статусом технических наук [3].

Если в технических науках создается, обосновывается и исследуется набор методов решения инженерных задач, то главным показателем инженерного искусства является выбор такого математического описания и такой точности проводимых решений, которые были бы адекватны поставленной задаче.

Этот выбор и оценка результатов решений должны основываться на понимании допущений, лежащих в их основе, на умении физически интерпретировать сложные формализованные решения. Причем то, что сложные инженерные задачи в их математической части относительно легко разрешимы с помощью современной вычислительной техники, не умаляет, а, напротив, усиливает необходимость глубокого понимания инженером физики явлений, физического содержания математических формул и смысла производимых расчетных операций [3].

Подводя итог вышесказанного, можно утверждать, что:

– все инженерные изыскания и результаты работ имеют под собой в основе точную науку – математику. Математика нужна инженеру как база данных, на которой специалист строит свою деятельность, результатом которой являются плодотворные шаги в развитии науки и техники, в жизнеобеспечении людей, функциональности окружающих нас механизмов и материй;

– изучение математики формирует дедуктивно-логический стиль мышления, так как в ходе построения математических умозаключений с привлечением механизма логических построений их обоснования вырабатывается умение формулировать, обосновывать и доказывать различного рода суждения;

– в век развития науки и техники любой специалист, квалифицирующийся как инженер (сфера деятельности разнообразна) обязан знать математику, ее направления, законы, теоремы, аксиомы, т. е. все разнообразные инструменты для решения задач своей профессии;

– математика нужна инженеру для прогрессирующего развития науки и техники, для обеспечения и функциональности окружающего нас мира и материй;

– математика позволяет добиться главной цели профессионального инженерного образования – подготовки квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией, готового к постоянному профессиональному росту.

Список литературы

1 *Евдокимович, В. Е.* Информационно-коммуникативные технологии в преподавании математики в Белорусском государственном университете транспорта / В. Е. Евдокимович // Актуальные вопросы научно-методической и учебно-организационной работы : современная система общего среднего и высшего образования как исторический фактор единства и устойчивого развития общества [Электронный ресурс] : респ. науч.-метод. конф. (Гомель, 16–17 марта 2022 года). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – С. 118–121.

2 *Ожегов, С. И.* Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – М. : Просвещение, 2004. – 937 с.

3 Зачем инженеру нужна математика? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.portal-slovo.ru/37838.php?sphrase_id=203772. – Дата доступа : 20.03.2024.

УДК 378.091

ПОСТРОЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПО МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ КОНКРЕТНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

В. В. ИГНАТЕНКО, Е. А. ЛЕОНОВ
Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Инженер, не знающий математику, это в лучшем случае слесарь, а то и хуже. Чтобы понять смысл вышесказанного напомним высказывание одного из корифеев инженерной мысли XX века, академика И. Г. Александрова – создателя плана ГОЭРЛО: «Наши молодые инженеры плохо владеют математическим методами – это уже не инженеры, а монтеры. Инженер в полном смысле этого слова немыслим без знания математики. Ничего нельзя сделать без математики: мост построить нельзя, плотину – нельзя, гидростанцию – нельзя. Сокращать объем преподавания математики – преступление. Надо изучать ее как можно в большем объеме, а главное – как можно основательнее» [1].

Высшая математика является одной, если не самой главной, «обслуживающей» дисциплиной в техническом университете. И от того, как и какие разделы математики преподавать, во многом зависит уровень математической подготовки будущего специалиста.

Рассмотрим, как можно решить эти вопросы в современных условиях. Во-первых, само понятие «инженер» – это настолько обширное понятие, что далеко не ясно, а что из математики ему нужно. Все зависит от конкретной специальности. Например, программы по высшей математике при подготовке инженеров по специальностям «Лесная инженерия и логистическая инфраструктура лесного комплекса» и «Автоматизация технологических процессов и производств» – это совершенно разные программы.

Поэтому при составлении программы по высшей математике необходимо знать: что представляет собой та или иная специальность. Ни один математик, не зная сущности специальности, не может сказать, какие разделы из необъятных возможностей математики нужны специалистам данной специальности и какова глубина их изучения.

Принципы составления учебной программы по высшей математике для инженеров-технологов покажем на примере специальности «Лесная инженерия и логистическая инфраструктура лесного комплекса» в Белорусском государственном технологическом университете.

Вначале, на стадии подготовки, специалистом в области лесозаготовок выпускающей кафедры, доцентом Е. А. Леоновым в общем виде был изложен технологический процесс лесозаготовительного производства и сформулированы те производственные задачи, которые решаются с использованием математики. Затем доцентом кафедры высшей математики В. В. Игнатенко были рассмотрены математические методы, которые нужны для решения этих задач и которые нужно обязательно включить в учебную программу. Поясним более конкретно [2].

Технологический процесс лесозаготовок состоит из подготовительных, основных, вспомогательных и заключительных работ. Подготовительные работы включают отвод лесосечного фонда в рубку и обустройство промежуточных лесных складов, которые нужно выбрать так, чтобы транспортные расходы при перемещении древесины от места заготовки до складирования были минимальны. Для решения этой задачи нужны знания определенного интеграла для вычисления грузовой работы и умение исследовать функцию на экстремум с помощью производной, для выбора оптимального расположения погрузочного пункта, в зависимости от формы лесосеки [3].

Основные лесосечные работы включают в себя последовательное выполнение основных технологических операций, начиная от валки деревьев и заканчивая погрузкой древесины на лесовозный транспорт. В Беларуси лесозаготовки осуществляются, как правило, по сортиментной технологии, с помощью многооперационных лесных машин: харвестеров и форвардеров. Харвестер – машина, предназначенная для валки деревьев, их очистки от сучьев и раскряжевки на сортименты. Форвардер – машина, предназначенная для сбора, погрузки и подвозки сортиментов, заготовленных харвестером, на промежуточный склад с последующей их выгрузкой, штабелевкой и подсортировкой. В зависимости от природно-производственных условий, рельефа местности лесосеки, породного состава и других факторов возникает задача оптимального выбора лесозаготовительной пары машин «харвестер + форвардер» с учетом их рациональной загрузки. Эта задача решается методами теории массового обслуживания [3].

При заготовке на лесосеке круглых лесоматериалов важно выбрать такие варианты раскряжёвки хлыстов, чтобы нужный заказ был выполнен, а отходы лесозаготовок были минимальные. Эта задача решается методами линейного программирования [3].

Далее сортименты с промежуточных складов лесовозными автопоездами доставляются потребителям. Значительное количество разрабатываемых лесосек и деревообрабатывающих предприятий требуют составления рационального плана вывозки древесины, при котором суммарные транспортные расходы будут минимальными. С математической точки зрения это сугубо транспортная задача [3].

Вспомогательные работы включают в себя техническое обслуживание и ремонт лесозаготовительной техники. Основными проблемами на производстве в этой связи являются обеспечение минимального простоя лесных машин и повышение их надежности за счет рациональных режимов работы, а также оптимальных циклов проведения ремонтных и восстановительных работ. Эта задача решается методами теории массового обслуживания [3].

Аналогично были рассмотрены и другие производственные задачи: производство и транспортировка щепы (заключительные работы); оптимальное использование складских помещений для размещения продукции; строительство пожарных водоёмов при минимальных затратах и ряд других задач. Рассмотрены математические методы их решения.

В результате была написана новая рабочая программа, с учетом часов, выделенных учебным планом, которая существенно отличается от предыдущей.

Раньше, а кое-где и сейчас, учебная программа для инженеров технических университетов представляла классический набор почти всех разделов высшей математики, как для математических специальностей, только в сокращенном виде, независимо от того, используется этот материал или нет.

Учитывая специфику специальности и математические методы решения возникающих производственных задач, в новую программу по высшей математике были включены разделы: «Линейное программирование» и «Теория массового обслуживания», которых раньше не было. Из прежней учебной программы были исключены такие разделы, как «Теория поля», «Ряды Фурье», «Криволинейные и поверхностные интегралы», «Тройной интеграл». Глубина изучения материала зависит от его использования выпускающими и инженерными кафедрами, поэтому была сделана новая расчасовка как по разделам, так и темам внутри разделов. Кроме того, в программу включена методика построения и решения математических моделей многих реальных производственных задач.

Список литературы

1 *Александров, Л. Д.* Математика и диалектика / Л. Д. Александров // Математика в школе. – 1972. – № 1. – С. 5–12.

2 *Игнатенко, В. В.* Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок : учеб. пособие / В. В. Игнатенко. И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. – Минск : БГТУ, 2004. – 178 с.

3 *Игнатенко, В. В.* Математическая модель лесопромышленной системы «харвестер – форвардер» / В. В. Игнатенко, Е. А. Леонов // Современные проблемы анализа динамических систем. Теория и практика : материалы Междунар. открытой конф. 21–23 мая 2019 года / отв. ред. В. В. Зенина; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2019. – С. 217–220.

УДК 519.172+51-73

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ДЕРЕВА

М. А. Киркор, А. Е. Покатилов, С. В. Шкуратов, Ю. В. Воронович
Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий, г. Могилев

На рисунке 1 представлен алгоритм силового анализа биомеханической системы (БМС) в виде графической схемы. Она построена на основании представления опорно-двигательного аппарата спортсмена в виде графа [1] и с учетом методов силового анализа, статической определимости системы и наличия опорных поверхностей БМС [2].

Здесь заштрихованы концевые вершины, которые могут быть (или не быть) опорными точками биомеханической системы, в которых возникают внешние реакции. Общее число последних равно или меньше 6. Учет симметрии системы, если это возможно, может увеличить данный параметр.

Начинать силовой анализ необходимо с концевых вершин. В принципе с любых, даже если они не являются опорными, и в них не возникают внешние реакции.

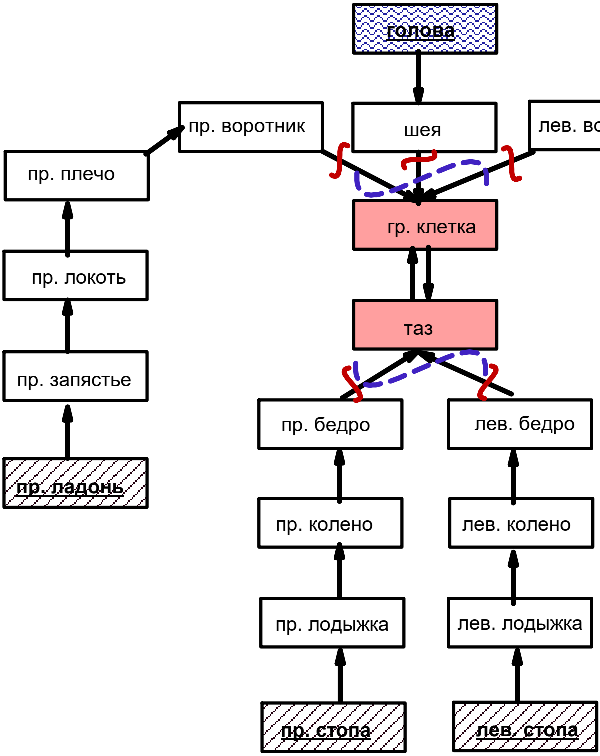


Рисунок 1 – Алгоритм силового анализа пространственной БМС

Порядок обхода БМС при силовом анализе и определении внутренних реакций в суставах показан на схеме. Переход к новым кинематическим парам (вершинам графа) осуществляется от периферии (концевых вершин) к центру. Все концевые вершины заштрихованы. Направление обхода показано стрелками.

Отдельно необходимо рассмотреть две вершины: грудную клетку и таз. К ним ведут несколько дуг, а каждая дуга означает, что это еще одна кинематическая пара со своими реакциями. Таким образом, в поясе верхних конечностей в месте контакта с грудной клеткой при расчете может возникать до 18 реакций одновременно, а в месте контакта пояса нижних конечностей с тазом таких реакций может быть 12. Но предложенный алгоритм расчета при обходе БМС от периферии к центру позволяет, отбрасывая конечности по очереди или все вместе, найти внутренние реакции как по отдельности от каждой конечности, так и полные от пояса верхних конечностей и пояса нижних конечностей. Данный момент связан с тем, что во всех этих случаях число неизвестных внутренних реакций не будет превышать 6, так как каждый раз исследуется только один сустав. Или же один сустав, но комплексный, включающий в себя соединение с разными звеньями в одном месте.

Также на рисунке 1 волнистыми линиями обозначены варианты пространственного расчленения биомеханической системы в районе пояса верхних конечностей и пояса нижних конечностей. Сплошной волнистой линией показано рассечение только одной дуги, а значит, это дает возможность определить суставные реакции только от данной отсеченной части БМС. Рассечение пунктирной волнистой линией проходит по всем дугам сразу, подходящим к данной вершине (грудная клетка/таз).

Выполнение силового анализа БМС для такого случая позволяет определить полные внутренние реакции в местах присоединения пояса верхних конечностей или пояса нижних конечностей к туловищу.

На рисунке 2 показан случай силового анализа при расчленении одной из вершин (грудная клетка по рисунку 1) на три части: правую конечность, середину (шея и голова) и левую конечность.

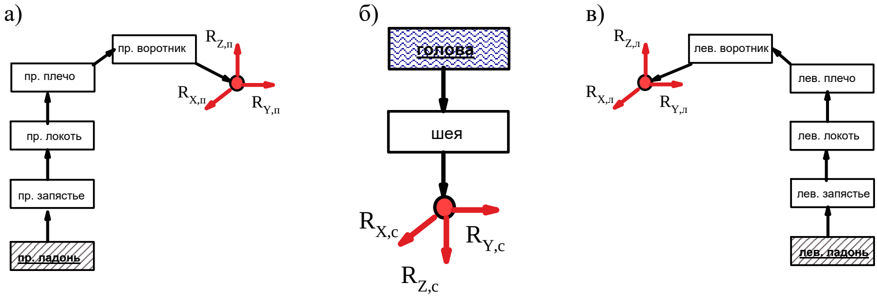


Рисунок 2 – Алгоритм силового анализа пояса верхних конечностей

По рисунку 2, *а* на основании силового анализа можно определить реакции с туловищем $R_{X,п}$; $R_{Y,п}$; $R_{Z,п}$. По рисунку 2, *б* определяются реакции в соединении средней части с туловищем в виде реакций $R_{X,c}$; $R_{Y,c}$; $R_{Z,c}$. А на рисунке 2, *в* показана расчетная схема для определения реакций в соединении левой конечности БМС с туловищем в виде сил $R_{X,л}$; $R_{Y,л}$; $R_{Z,л}$.

На рисунке 3 представлен алгоритм для определения полной реакции в месте соединения пояса верхних конечностей с туловищем.

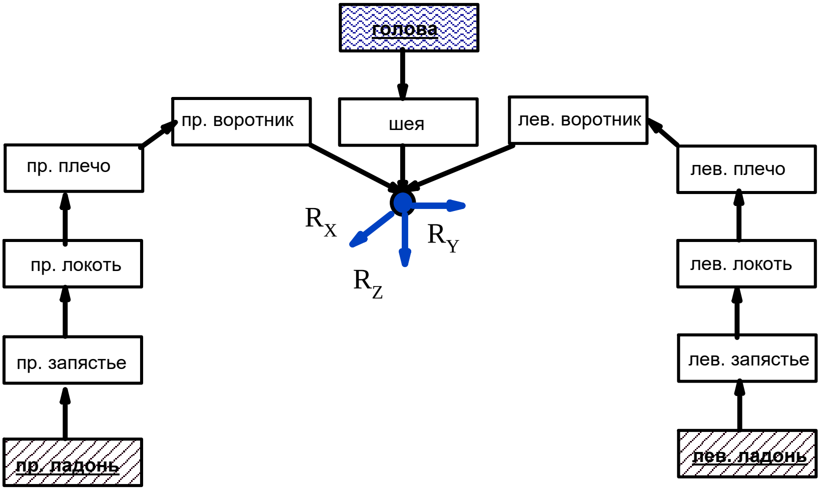


Рисунок 3 – Полный алгоритм силового анализа в виде графической схемы для пояса верхних конечностей

Тогда на основании рисунков 2 и 3 полные проекции реакций можно записать следующим образом:

$$R_X = R_{X,\text{п}} + R_{X,\text{с}} + R_{X,\text{л}}, \tag{1}$$

$$R_Y = R_{Y,\text{п}} + R_{Y,\text{с}} + R_{Y,\text{л}}, \tag{2}$$

$$R_Z = R_{Z,\text{п}} + R_{Z,\text{с}} + R_{Z,\text{л}}, \tag{3}$$

$$R = \sqrt{R_X^2 + R_Y^2 + R_Z^2}. \tag{4}$$

Направляющие косинусы найдем как

$$\cos\alpha = \frac{R_X}{R}, \tag{5}$$

$$\cos\beta = \frac{R_Y}{R}, \tag{6}$$

$$\cos\gamma = \frac{R_Z}{R}. \tag{7}$$

Аналогично можно определить реакцию в месте соединения пояса нижних конечностей с туловищем по рисунку 4.

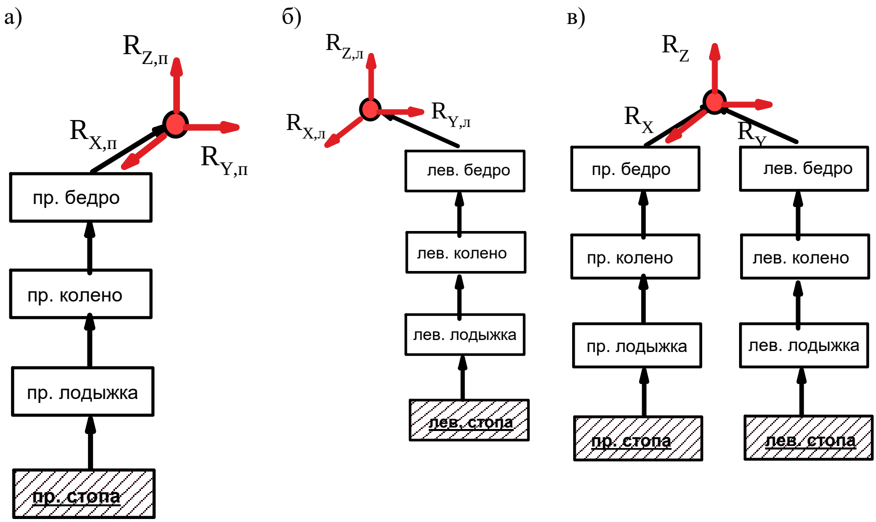


Рисунок 4 – Алгоритмы силового анализа пояса нижних конечностей

Все расчетные формулы для сил и направляющих косинусов аналогичны формулам (1)–(7).

Список литературы

1 *Омельченко, А. В.* Теория графов / А. В. Омельченко. – М. : МЦНМО, 2018. – 436 с.

2 *Бегун, П. И.* Моделирование в биомеханике : учеб. пособие / П. И. Бегун, П. Н. Афонин. – М. : Высш. шк., 2004. – 390 с.

УДК 378.147: 51

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

А. И. МИТЮХИН
Институт информационных технологий
Белорусского государственного университета
информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Хорошее математическое образование в технических вузах имеет важное практическое значение, поскольку закладывает основу для инновационных разработок в науке, технике, современной индустрии. В условиях быстрых индустриальных и социальных изменений неизбежно возникают вопросы совершенствования системы подготовки инженерных кадров. Улучшение математического образования в технических вузах является важной целью, позволяющей студентам заложить прочный фундамент для будущей профессиональной деятельности [1]. Математическое образование студентов технических вузов является значимой темой, которая касается в первую очередь сопряжения, согласования преподаваемой математики и технологий. В статье представлены подходы и действия, которые необходимо быстро предпринять для модернизации математического инженерного образования в связи с важностью практической составляющей обучения, широким внедрением эффективных цифровых технологий в индустрию и экономику. Совершенствование математического образования в технических университетах может осуществляться на основе следующих подходов.

1 *Междисциплинарный и межфакультетный подход*. В контексте совершенствования обучения междисциплинарность означает, что содержание математического обучения преподается на основе согласования изучаемого контента с преподавателями основных теоретических математически-емких профильных дисциплин. Междисциплинарность выражается в виде содействия сотрудничеству для модификаций базовых математических и инженерных специальных дисциплин в рамках факультетов и кафедр. Использование рассматриваемого подхода вытекает из необходимости четкого понимания двух главных целей математического образования студентов технических университетов:

1) студенты должны иметь понимание того, что математические знания позволяют им создавать и использовать математические концепции, модели, алгоритмы, которые необходимы для проектирования, внедрения, экспериментальных исследований, решения конкретных прикладных задач по профилю университета (транспорт, инфокоммуникации, мехатроника и пр.);

2) студенты должны получить современные математические знания для своей будущей профессиональной деятельности в понимании концепции индустриального развития «Индустрия 4.0» [2].

Достижение этих целей затрудняется по многим причинам. Рассмотрим некоторые из них.

Одна из основных причин отсутствия основательного образования по базовым математическим темам возникает уже в начале обучения из-за неоднородности начальных математических знаний, полученных после окончания школы или колледжа. Результатом слабой подготовки по разделам математики в школе является возникновение проблем с усвоением определенных математических тем в университете. В этом случае в начале обучения после выявления студентов с трудностями по математике со стороны факультета и кафедры желательно организовать поддержку в виде дополнительных занятий, специальных курсов, интерактивных учебных материалов.

Часто студенты инженерных университетов рассматривают лекции по математике, практические, лабораторные занятия не как инструмент, адаптированный для их потребностей в будущей профессии. На первом и частично на втором курсах, когда математический компонент не полно соотносится с конкретным инженерным математическим содержанием, у студентов может возникать демотивированная составляющая обучения в виде отсутствия интереса к математике, которая впоследствии может оказаться важной уже на этапе профессиональной деятельности для решения сложных технических задач в основных областях индустрии страны.

Существует дополнительная трудность, заключающаяся в том, что в специальных дисциплинах часто используются разделы математики, которые рассматривались в базовых математических курсах сравнительно в малых учебных объемах. Непонимание необходимости владения математическим инструментом еще в большей степени отражается на старших курсах при изучении современных специальных дисциплин, например, таких как «Мехатроника», «Цифровая обработка сигналов и изображений», «Теория информации и кодирование», построенных фактически на математических алгоритмах из разных областей математики.

Устранение этих трудностей возможно на основе целостного подхода, в котором активными участниками являются как факультеты, кафедры, научные подразделения, так и студенты. В этом случае студент приобретает нужные математические навыки и для специального профильного образования.

2 *Практико-ориентированный подход***.** Лекции следует дополнять практическими примерами применения изучаемых математических понятий, методов, алгоритмов для современных реальных инженерных приложений. Процесс освоения, понимания сложных тем облегчается, если на практических, лабораторных занятиях по математике решаемые задачи иллюстрируют связь с конкретной инженерной технологией. Необходимо пояснять на занятиях, что знание математики в конечном итоге приводит к экономии временных и материальных ресурсов, оптимизации необходимых экспериментальных процессов при разработках новых технологий. Только сочетая математическое образование со знанием прикладных задач из инженерных наук, можно рассчитывать на хорошую подготовку для решения технологических задач завтрашнего дня [3].

3 *Научно-ориентированный подход*. Важнейшей целью университетского образования является содействие научно-ориентированному обучению через раннее вовлечение студентов в научно-исследовательские проекты кафедр, через работу студентов в научных подразделениях университетов. Участие студента в выполнении научно-исследовательских проектов дают возможность применить свои знания по математике на практике, т. е. получить практический опыт. Появляется дополнительная мотивация более глу-

бокого изучения необходимых при работе над проектом разделов математики. Кроме того, участие в научном и инженерном коллективе помогает освоить методы работы, навыки и современные инженерные инструменты, которые важны для будущей профессиональной карьеры. Очевидно, совместные проекты, семинары, исследовательские работы могут углубить понимание необходимости математических знаний (см. цель 1) в научно-исследовательских областях, конкурентоспособных на международном уровне. Объединение междисциплинарного, научно-ориентированного и практико-ориентированного методов обучения и преподавания, когда связываются разные дисциплины, проекты, инженерные исследования, позволяет повысить уровень математических компетенций инженеров.

Список литературы

1 *Митюхин, А. И.* Модернизация в преподавании и обучении математике в IT-университете / А. И. Митюхин / Научные и методические аспекты математической подготовки в университетах технического профиля : материалы Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2019. – С. 22–25.

2 Industrie 4.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung. – Дата доступа : 20.02.2024.

3 *Митюхин, А. И.* Ориентированный подход математического обучения в техническом университете / А. И. Митюхин / Научные и методические аспекты математической подготовки в университетах технического профиля : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 27 апреля 2023 г.); под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 77–81.

УДК 378.14:51

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗДЕЛОВ МАТЕМАТИКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

А. А. МИХАЛЬЧЕНКО
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Обучение студентов по специальности инженерного профиля включает подготовку по математике с изучением всех её разделов. При подготовке специалистов на стыке специальностей инженерного и гуманитарного профиля требования к математической подготовке снижены. Установилось мнение, что при подготовке по гуманитарным специальностям обучение по математике и дисциплинам, связанным с ней, является необязательным. Это отметил Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко во время совещания с ректорами вузов Беларуси. Такое отношение к математической подготовке по гуманитарным специальностям проявилось во многих областях народного хозяйства страны в историческом рассмотрении.

При формировании экономического развития страны или субъектов хозяйствования в качестве математической основы используется система уравнений

$$\begin{cases} \alpha_1 y_1 - \beta_1 x_1 - \omega_1 z_1 = f_1, \\ \alpha_2 y_2 - \beta_2 x_2 - \omega_2 z_2 = f_2, \\ \alpha_3 y_3 - \beta_3 x_3 - \omega_3 z_3 = f_3. \end{cases}$$

где α_1, α_2, α_3 – удельные финансовые затраты при реализации показателя по экспорту в стране; x_1, x_2, x_3 – объёмные показатели экспорта по 1, 2, 3-й категории; β_1, β_2, β_3 – удельные финансовые поступления при реализации показателя по импорту в стране; y_1, y_2, y_3 – объёмные показатели входного импорта по 1, 2, 3-й категории; ω_1, ω_2, ω_3 – удельные финансовые поступления при реализации показателя внутреннего потребления ресурсов в стране по указанным категориям (направлениям) экономики; f_1, f_2, f_3 – финансовый результат баланса экономики от реализации импорта, экспорта и внутреннего потребления; z_1, z_2, z_3 – внутреннее потребление в стране (ресурсы агропромышленного комплекса, потребление населения).

Для решения системы уравнений используется главный определитель системы:

$$\Delta = \begin{vmatrix} \alpha_1 \beta_1 \omega_1 \\ \alpha_2 \beta_2 \omega_2 \\ \alpha_3 \beta_3 \omega_3 \end{vmatrix}$$

и вспомогательные

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} f_1 \beta_1 \omega_1 \\ f_2 \beta_2 \omega_2 \\ f_3 \beta_3 \omega_3 \end{vmatrix}; \qquad \Delta_x = \begin{vmatrix} \alpha_1 f_1 \omega_1 \\ \alpha_2 f_2 \omega_2 \\ \alpha_3 f_3 \omega_3 \end{vmatrix}; \qquad \Delta_z = \begin{vmatrix} \alpha_1 \beta_1 f_1 \\ \alpha_2 \beta_2 f_2 \\ \alpha_3 \beta_3 f_3 \end{vmatrix}.$$

В данном случае система успешно решается и получаются необходимые результаты, в соответствии с которыми строится стратегия экономического развития. Считается, что подготовка по экономическим специальностям относится к гуманитарным специальностям, и в данном случае математическая подготовка является вторичным фактором. В ряде вузов она даже не производится.

Игнорирование эффективной экономической подготовки специалистов для народного хозяйства и руководящих кадров получило негативный результат в 90-е годы XX в. и в нулевые в XXI в. Сначала в систему уравнений было внесено пять переменных – неопределенное управление основных показателей и переменная их дополнительного финансирования. В результате использования такой системы уравнений для прогнозирования экономической ситуации она не имела решений, что привело к сложным последствиям в экономике – инфляция 100–150 % в неделю, резкое снижение внутреннего потребления, закрытие предприятий, работавших на экспорт и др.

В нулевые годы XXI в. из приведенной системы уравнений была исключена четвертая неизвестная составляющая и система уравнений была приведена в решаемое состояние. Экономика стала более устойчивой, экспорт, импорт и внутреннее потребление стали сбалансированными.

Это наглядный пример положительного использования математики при гуманитарной подготовке руководящих кадров для экономики страны.

Вывод: расширение преподавания высшей математики при подготовке специалистов гуманитарных специальностей должно привязываться к решению практических задач экономического развития страны и не быть оторванным от практических решений. Создаются возможности более эффективного использования математики для подтверждения целей экономического развития и разработки его стратегий.

Список литературы

1 *Ровба, Е. А.* Математика для инженеров. Примеры и задачи : учеб. пособие. Ч. 2 / Е. А. Ровба, Н. С. Березкина. – Минск : РИВШ, 2019. – 388 с.

2 Математика в экономике / А. С. Солодовников [и др.]. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 376 с.

УДК 378.14.018.43:51

ОБ ОПЫТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ОНЛАЙН-СИСТЕМ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

С. П. НОВИКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Реалии современной жизни предъявляют все более высокие требования к качеству компетенций выпускников технических вузов и, в частности, к математической подготовке как неотъемлемой составляющей и первооснове, на которой базируются знания других дисциплин. Но, несмотря на все более высокие требования, в последние годы не наблюдается прогресса с подготовкой студентов, если не сказать наоборот. Это было отмечено на самом высоком уровне и явилось одной из причин проверок работы вузов.

Ухудшение качества математической подготовки студентов давно беспокоит преподавателей технических вузов. Снижению остроты проблемы и повышению качества подготовки посвящена работа более десятка республиканских и международных конференций, проводимых в Республике Беларусь. Значительные усилия в этом направлении предпринимаются и в нашем вузе. Обобщению и обмену опытом работы очень поспособствовала проводимая уже в шестой раз международная научно-техническая конференция, на которую и представляется данное сообщение. В процессе работы по повышению качества математической подготовки студентов у нас выявились значительные трудности, характерные, судя по многочисленным публикациям, и для сотрудников других вузов.

Во-первых, за последние годы «разрыв между имеющимся и требуемым уровнем математической подготовки учащихся стремительно растет» [1], достигая все более устрашающих размеров. Математическая подготовка большинства абитуриентов если и не совсем низкая, то хромает на обе ноги. Вместо высшей математики приходится учить студентов азам элементарной математики. В условиях постоянного сокращения аудиторных часов, отводимых на математическую подготовку, никак не удается совместить изучение новых тем с усвоением основ, которые должны были быть заложены в школе. Становится все более очевидным, что непрерывная реформа школьного образования, проводимая всю мою сознательную жизнь, мягко говоря, не дала нужных результатов. Это особенно ощущают преподаватели региональных вузов, занимающиеся обучением студентов не очень престижных специальностей. Хотелось бы, чтобы к их мнению по поводу реформирования школьного образования наконец прислушались. Но это тема отдельного большого разговора, далеко выходящего за пределы данного сообщения.

Во-вторых, несмотря на бурный рост использования в последние годы информационно-коммуникативных технологий, наблюдается все еще значительное отставание методической обеспеченности процесса обучения с их использованием. Хотя, на первый взгляд, имеется достаточное количество различных электронных платформ для самостоятельного обучения математике (более 100 площадок), без постоянного контроля со стороны преподавателя значительного повышения качества подготовки они не дают. Хорошим подспорьем для повышения и выравнивания уровня математических знаний могли бы стать появившиеся в последнее время электронные платформы для адаптивных систем обучения. Они позволяют выстроить для каждого обучаемого свой собственный путь обучения, подстраивающийся под каждого и меняющийся по ходу обучения в зависимости от способностей и скорости усвоения. Большинство из таких платформ позволяют отследить процесс обучения как по времени, так и по результатам. Однако зарубежные платформы довольно дороги и сложны в использовании. Российские системы для нас выглядят более предпочтительно. Одна из них даже предоставила тестовый допуск для студентов двух наших академических групп [1]. Использование платформы понравилось и показало улучшение математической подготовки студентов. Однако с учетом высокой трудоемкости и стоимости создания таких платформ будет наивно предполагать, что правообладатели платформы дальше будут заниматься благотворительностью. Средства же на закупку прав ее использования отыскать будет весьма затруднительно. Руководством нашего вуза было принято решение о начале разработки собственной платформы для адаптивного обучения математике. На первом этапе было решено сосредоточить основное внимание на повышении знаний по элементарной математике, направленное на выравнивание подготовки студентов как наиболее насущную проблему, трудно разрешимую традиционными методами ввиду недостатка времени и возможности уделить внимание каждому отстающему. В процессе работы инициативной группы возникли немалые сложности. Основная из них – большая трудоемкость. Для эффективности использования подобной платформы требуется «закачать» в нее очень большой объем теоретической информации и примеров решения задач. При этом и теория и примеры должны быть хорошо структурированы и предусматривать возможность использования с любого этапа в зависимости от степени усвоения. Кроме того, для настоящей адаптивности платформы следует организовать ее работу так, чтобы траектория обучения «подстраивалась» под каждого обучаемого в зависимости от уже усвоенного материала и особенностей восприятия и обучения. А это уже требует знаний и умений из области искусственного интеллекта, специалистами по которому мы не являемся.

В-третьих, при внедрении в учебный процесс платформы для адаптивного обучения мы столкнулись с откровенным нежеланием некоторых студентов вообще что-либо делать. Возможно, проблема повышения мотивации к обучению – наиболее острая на данном этапе из всего перечня трудностей модернизации математической подготовки студентов. Трудно придумать уже что-то новое для ее решения. Приходится порой чуть ли не наизнанку вывернуться, чтобы хоть как-то заинтересовать студентов в получении знаний. Никакая даже самая совершенная платформа не будет приносить должного результата, если студент не заинтересован в получении новых компетенций. Традиционные меры воздействия (вызов на заседания кафедры, письма родителям и т. д.) зачастую уже мало помогают. Чтобы большие отчисления студентов не приводили к сокращению планов приема и сокращению штатов преподавателям приходится постоянно снижать требования к уровню подготовки учащихся. Студенты это хорошо чувствуют и многие из них начинают учиться спустя рукава.

Ситуация требует кардинальных изменений и, возможно, на государственном уровне. Как показывает динамика изменения контингента студентов по курсам, часть студентов неизбежно отсеивается то ли ввиду неспособности, то ли ввиду нежелания учиться. Для повышения мотивации студентов стоило бы заранее предусмотреть возможность отчисления некоторого процента студентов без особых неприятностей для вуза. Можно рассмотреть вариант зачисления большего количества абитуриентов с последующим отчислением неуспевающих. Стоило бы попробовать запустить пилотный проект в таком направлении хотя бы в одном вузе или на факультете вуза.

Обобщая вышесказанное, можно сказать, что постоянно ускоряющаяся действительность требует кардинальных мер для улучшения математической подготовки студентов технических вузов. Значительным подспорьем в решении проблемы могла бы стать хорошо разработанная и отлаженная платформа для адаптивного обучения, которую можно было бы создать совместными усилиями как преподавателей ведущих вузов, так и других заинтересованных лиц. Возможно, назрели некоторые изменения в системе зачисления в вузы и возможности последующего отчисления неуспевающих. Главное при этом не наломать дров, ибо система образования при всем стремлении воспринимать все новое и не закостеневать в развитии, на мой взгляд, должна быть достаточно консервативна. Для примера достаточно сравнить «советский» уровень школьного образования с современным.

Список литературы

1 *Кулаженко, Ю. И.* Об использовании платформ адаптивного обучения в математической подготовке студентов технических вузов / Ю. И. Кулаженко, С. П. Новиков, И. И. Сосновский // Научные и методические аспекты математической подготовки в университетах технического профиля : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 70–73.

УДК 37.02:378.147:004.9:517.53/.55

ДИДАКТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО»

А. П. СТАРОВОЙТОВ, Н. А. СТАРОВОЙТОВА
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Республика Беларусь

В современных экономических условиях государству нужны конкурентноспособные специалисты, умеющие учиться самостоятельно, работать в команде и обладающие коммуникативной компетентностью. На современном этапе развития общества различные информационные технологии рассматриваются не только как предмет изучения, но и как инструмент достижения целей государственного образовательного стандарта в качестве средства и среды обучения.

Если брать курс «Теория функций комплексного переменного» (ТФКП), который изучается студентами в четвёртом и пятом семестрах или в виде отдельной дисциплины, или в рамках других математических дисциплин, то, с одной стороны, он характеризуется высоким уровнем абстрактности понятийного материала, с другой стороны, взаимопроникновением с другими физическими и техническими науками, что свидетельствует о его сложности, которая отражается на качестве усвоения данной дисциплины студентами. Учитывая, что ТФКП завершает образовательный цикл по математическому анализу и теории функций действительного переменного, этот курс объективно сложен, так как требует от студентов прочных знаний и активного использования умений, приобретённых по ранее изученным дисциплинам. При переходе к комплексному анализу функции приобретают иногда новые свойства: экспонента, например, становится периодической функцией, логарифм, показательная и степенная функции становятся многозначными, приобретает смысл логарифм от отрицательного числа, устанавливаются новые связи между всеми трансцендентными элементарными функциями и др. Все перечисленные трудности при недостаточном количестве аудиторных часов успешно преодолеваются использованием электронного учебно-методического комплекса, открывающего новые возможности в удовлетворении индивидуальных образовательных траекторий обучения студентов и повышении эффективности образовательного процесса в целом.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) «Теория функций комплексного переменного» [1], предназначенный для информационно-методического обеспечения преподавания дисциплины «Теория функций комплексного переменного» по всем специальностям в высших учебных заведениях Республики Беларусь был разработан коллективом авторов (В. Г. Кротов, Е. А. Ровба, А. П. Старовойтов, Е. А. Сетько, К. А. Смотрицкий) и успешно применяется в учебном процессе при преподавании ТФКП в Гомельском государственном университете.

Построение данного электронного комплекса, как и многолетнее преподавание дисциплины ТФКП, позволяет выделить ряд дидактических принципов, на которые опирается процесс обучения студентов этой дисциплине. Принцип личностно-значимого включения студента в учебную деятельность, который предполагает обеспечение высокого личностно-возможного уровня осознанности в обучении содержанию дисциплины. Это достигается наличием в практической части комплекса типовых задач с разобранными решениями и указаниями, базовых индивидуальных заданий по вариантам, которые используются для домашних заданий в качестве минимального уровня усвоения материала, заданий для самостоятельной работы, содержащих задачи более высокого уровня сложности. Большинство задач снабжены гиперссылками на соответствующий теоретический материал, а также на ответы, решения и указания. Таким образом, преподаватель получает возможность сэкономить время на рассмотрении стандартных задач и использовать аудиторное время для более содержательного изучения той или иной темы курса. Решение задач типового характера предлагается более тщательно изучить студентам самостоятельно. Используя интерактивные ссылки, студент имеет возможность получить ответ на любой вопрос по любой теме курса в любое время и сделать регулярным и систематическим анализ своих ошибок и недочётов. Тем самым успешно реализуется как принцип актуализации знаний, так и принцип самоконтроля, который позволяет сделать внедрение в учебный процесс ЭУМК.

Одной из удачных форм использования компьютерных технологий является презентация. Достоинством ЭУМК является наличие в нём лекционного материала, который легко может использоваться преподавателем для интерактивных презентаций, прекрасно зарекомендовавших себя в учебном процессе. Так как зрительное восприятие информации обычно бывает гораздо более развито, чем слуховое, презентация позволяет процесс обоснования, доказательства, вывода сделать более наглядным, а также увеличить скорость подачи материала. Презентация позволяет акцентировать внимание на ключевых моментах, отслеживать развитие идей и формирование связей между фрагментами излагаемого теоретического материала. Важно, чтобы по возможности каждый студент умел анализировать информацию, аргументированно рассуждать, опровергая или доказывая суждения. На формирование качественных математических компетенций влияет глубина понимания теоретического материала, которую обеспечивает тщательная работа над текстом лекции. Студенты имеют возможность распечатать лекционные материалы и методические рекомендации к ним для предварительного самостоятельного ознакомления с теоретическим материалом перед лекциями и работы над содержанием темы во время лекции. Тем самым вся методическая работа преподавателя делается нами более открытой. Такой подход в конечном итоге способствует формированию у студентов законченного образа предмета и позволяет при подробном рассмотрении того или иного вопроса более осознанно подходить к решению задач, высвечивая на новом уровне логические связи внутри дисциплины.

Анализ использования информационных технологий в преподавании курса ТФКП на факультете математики и технологий программирования Гомельского государственного университета им. Франциска Скорины говорит об их высоком дидактическом потенциале, состоящем не только в расширении технических возможностей традиционного обучения, но и повышении его эффективности за счёт усиления индивидуализации и интенсификации процесса обучения, увеличения доли самостоятельной работы студентов, поддержании интереса к изучению дисциплины у большинства из них на протяжении изучения всего курса.

Список литературы

1 Электронно-методический комплекс «Теория функций комплексного переменного» [Электронный ресурс] / В. Г. Кротов [и др.]. – Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2016. – Режим доступа : https://elib.grsu.by/doc/49966. – Дата доступа : 10.02.2024.

УДК 378.147:51

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН НА ПЕРВОМ КУРСЕ БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

А. П. ТЫНКОВИЧ, И. И. ХОМИЧКОВ
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск

В современных условиях основное направление государственной политики Республики Беларусь – обеспечение устойчивого и инновационного развития страны, роста экономики, эффективного развития отечественной науки, техники и технологий, упрочение позиций в мировом экономическом пространстве. Руководством страны уделяется пристальное внимание системе образования, от эффективности которой в формировании высокого уровня образования и науки, обеспечении потребностей развивающейся экономики в квалифицированных кадрах зависит возможность достижения вышеуказанных целей. Об этом красноречиво свидетельствуют требования к работе учреждений образования, обозначенные Главой государства перед работниками системы образования в феврале 2024 года.

Поиск эффективных методов обучения, направленных на подготовку квалифицированного работника, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, был и продолжает оставаться главной задачей перед научно-преподавательским составом Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

В связи с возросшей ролью математики в современной науке и технике будущие инженеры, маркетологи, программисты и другие специалисты в области радиоэлектроники и информатики нуждаются в системной, высокого уровня математической подготовке. В университете проделана большая работа по совершенствованию системы математического образования, достигнутые результаты и накопленный опыт в использовании компьютерных технологий, разработке систем и материалов электронного обучения, развитии дистанционной формы обучения неоднократно освещались преподавателями кафедры высшей математики в рамках проводимых в стране математических конференций, опубликованы в их сборниках.

В данной статье предпринята попытка изложить проблемные вопросы, с которыми приходится сталкиваться при преподавании математических дисциплин на первом курсе университета, а также предложения по совершенствованию образовательного процесса.

К основным проблемам, возникающим в процессе преподавания, и негативно влияющим на овладение математическими дисциплинами, отнесены следующие аспекты:

– количество аудиторных часов, выделяемых на изучение математики, сокращено до минимума. Одновременно с этим формально увеличено время на самостоятельную подготовку, что создает видимость увеличения курса. В частности, по предмету «Линейная алгебра и аналитическая геометрия планом предусмотрено проведение лишь 17 лекционных и 17 практических занятий (всего 68 академических часов) при общем курсе в 120 часов (т. е. 52 часа – на самостоятельную подготовку). Аналогичная ситуация и по учебному предмету «Математический анализ»;

– существует разрыв между математическими знаниями выпускников школ и необходимыми знаниями для изучения математики в высшем учебном заведении. В частности, в программу средней школы не включены такие темы, как разложение рациональных дробей на простейшие дроби, метод неопределенных коэффициентов, нахождение рациональных корней линейных уравнений выше второй степени, в то время как эти знания и практические навыки необходимы студентам для изучения дисциплин высшей математики, а учебные часы на них в вузовской программе отвести не имеется возможности;

– большое количество обучающихся испытывает затруднения в изложении теоретических вопросов при изучении математических дисциплин, что, вероятно, обусловлено подготовкой их лишь к прохождению централизованного тестирования за курс средней школы.

Известно, что от уровня школьного математического образования зависят успехи студентов в усвоении математических дисциплин первого курса обучения. В течение последних двух лет на первом занятии проводился так называемый «входной контроль» знаний, позволяющий в определенной степени оценить практические навыки принятых учебным заведением студентов по темам математики, наиболее востребованным при изучении математических дисциплин первого семестра. В частности, проверочная контрольная работа включала следующие задания: найти область определения функции; найти значение тригонометрического выражения, решить неравенство методом интервалов; путем выделения полных квадратов по переменным x и y привести уравнение $mx^2 + ny^2 - k_1x + k_2y - c = 0$ к виду $\frac{(x \pm \alpha)^z}{\lambda_1} \pm \frac{(x \pm \beta)^z}{\lambda_z} = 1$, где $m, n, c, \alpha, \beta, \lambda_1, \lambda_2 \in R$.

Несмотря на высокий проходной балл поступления в УО «БГУИР», выполнение несложных стандартных заданий показало наличие существенных пробелов в математической подготовке. Результаты отражены в таблице 1 по двум группам численностью по 28 человек каждая

	Оценка									
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Кол-во (%) оценок в 2022 г.	0 (0)	0 (0)	1 (3,6)	3 (10,7)	3 (10,7)	7 (25)	7 (25)	1 (3,6)	3 (10,7)	3 (10,7)
Кол-во (%) оценок в 2023 г.	3 (10,7)	1 (3,6)	6 (21,4)	3 (10,7)	1 (3,6)	4 (14,3)	2 (7,1)	1 (3,6)	3 (10,7)	4 (14,3)

Проведенный анализ свидетельствует, что количество студентов, получивших неудовлетворительные оценки, составило: в 2022 г. – 25 %, в 2023 г. – 28,6 %. При этом следует учесть и число студентов, приблизившихся к неудовлетворительным оценкам (четыре балла получили: в 2022 г. – 23,3 %, в 2023 г. – 7,1 %). Естественно, данная статистика относится к исследуемым группам, но никоим образом не ко всему набору 2022 и 2023 годов. Определены разделы элементарной математики, которые вызывают наибольшие трудности, намечены пути последующей работы.

Согласно Правилам проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утвержденным Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 13.10.2023 № 319, (далее – Правила) при освоении учебных дисциплин обучающиеся проходят текущую, промежуточную и итоговую аттестацию. Правилами к формам текущей аттестации отнесены: контрольная работа, тест, коллоквиум, экспресс-опрос на аудиторных занятиях, эссе, опрос, реферат, учебное задание, творческая работа, отчет о выполнении исследовательских и творческих заданий, иное. В целях достижения задач образования представляется необходимым ужесточение требований к проведению текущей аттестации, от уровня которой и будут формироваться успехи обучающихся при прохождении промежуточной аттестации (экзаменационной сессии). В этой связи требуется создание преподавателям условий для полноценного использования предусмотренных Правилами различных форм текущей аттестации, в частности, выделения дополнительного учебного времени для проведения контрольных работ, тестов, коллоквиумов по изучаемым разделам математики. По предварительным оценкам, в первом семестре в рамках изучения учебного предмета «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» следовало бы включить в учебный план обязательное проведение контрольных работ и коллоквиумов по пяти разделам учебной дисциплины «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» (матричное исчисление, векторная алгебра, системы линейных уравнений, аналитическая геометрия (прямая на плоскости, прямая и плоскость в пространстве, кривые и поверхности второго порядка), линейные пространства, линейные операторы, диагонализация матриц, квадратичные формы) и в первом семестре по четырем разделам учебной дисциплины «Математический анализ» (многочлены и комплексные числа; предел числовой последовательности и предел функции, исследование функций на непрерывность; дифференциальное исчисление функций одной переменной, исследование функций с помощью производной). Наряду с этим следует добиться соответствующих знаний учащихся, введя в практику учебной деятельности «недопущение» обучающихся к промежуточной аттестации в случае неудовлетворительных оценок при прохождении текущей аттестации. В настоящее время эти проблемы каждый преподаватель пытается решать по-разному, выкраивая учебное время из практических занятий, на которых он должен научить студентов применять теоретические знания в решении практических заданий, а не тратить и так ограниченное время на осуществление контроля знаний в форме проведения контрольных работ и коллоквиумов. Изложенные меры позволят формировать устойчивые знания обучающихся, создадут основу для успешного прохождения ими текущей аттестации.

Особого внимания заслуживает низкий уровень школьной подготовки принятых на обучение в БГУИР иностранных студентов, что не позволяет им в необходимой мере усваивать курс преподаваемых математических дисциплин. Для повышения эффективности обучения иностранных студентов, вероятно, следовало бы создать специальный факультет. Необходим контроль со стороны деканата за процессом обучения иностранных студентов как в плане их успеваемости, так и посещения занятий. У ответственных должностных лиц учебного заведения всегда должен возникать вопрос, чем занимается иностранный студент на территории Республики Беларусь в случае, если он не уделяет должного внимания учебе и не посещает учебные занятия.

Видятся эффективными следующие подходы в принятии мер по повышению эффективности обучения как по математическим дисциплинам, так и в рамках всего образовательного процесса:

1 Для платной формы обучения – отказаться от действующих правил по отчислению студентов, имеющих не ликвидированную в установленные сроки академическую задолженность, и тем самым предоставить им возможность продолжать обучение. При этом студент должен понимать, что без положительной промежуточной аттестации по установленным программой обучения учебным дисциплинам он не сможет получить диплом о высшем образовании. Процесс устранения задолженностей (экзамены, проведение дополнительных обучающих курсов с обязательным посещением) осуществлять на платной основе за счет собственных средств неуспевающих, временные рамки – до начала предпоследнего учебного семестра.

2 В отношении студентов бюджетной формы обучения – ужесточить требования к уровню их знаний в соответствии с критериями оценки знаний, разработанными Министерством образования Республики Беларусь.

УДК 378.147

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Е. Н. ШУБАБКО
Брянский государственный университет им. акад. И. Г. Петровского, филиал в г. Новозыбкове, Российская Федерация

Наше время постоянно ставит перед системой образования новые вызовы. Одно из направлений развития системы образования – его цифровая трансформация. Стоит задача повышения качества предоставляемых образовательных услуг, в том числе путем обеспечения условий для формирования у обучающихся цифровых компетенций и навыков их применения в профессиональной деятельности. Отказ от болонской системы, формирование новой модели высшего образования потребует разработки новых образовательных программ, учебных планов, пересмотр методов и технологий обучения в вузе.

Массовое создание электронной образовательной среды вузов Российской Федерации с разной степенью наполненности, активности и эффективности использования продолжается уже более десяти лет. Для многих вузов неспешное и довольно формальное развитие таких систем сменилось качественным скачком при переходе на дистанционный формат обучения в связи с пандемией COVID-19. Была проделана большая работа по обеспечению технической возможности проведения онлайн-занятий, приему экзаменов в дистанционной форме. Однако от преподавателей потребовалось не просто перевести учебные и методические материалы в электронную форму, но прежде всего, организовать качественное проведение лекционных и практических занятий с использованием доступных цифровых инструментов.

Анализ литературы, тематики курсов повышения квалификации и всевозможных семинаров показывает, что они в большинстве направлены на знакомство с различными образовательными платформами, описание цифровых инструментов и сервисов, которые можно использовать в учебном процессе [1]. Методические аспекты их использования при преподавании тех или иных дисциплин либо не рассматриваются вообще, либо идет ориентация на гуманитарные дисциплины и школьное образование. Преподавание математики в цифровом образовательном пространстве, очевидно, должно рассматриваться отдельно.

Приобретенный опыт преподавания математических дисциплин в дистанционном формате показал, что проведение лекций и практических занятий в онлайн-режиме, с использованием возможностей проведения занятий в режиме видеоконференции на платформе MOODLE, применение онлайн-досок (например, Miro), имело низкую эффективность. Часть студентов, подключившись к видеолекции, занималась своими делами, другая часть механически переписывала материал с экрана (или вообще сохраняла в виде скриншотов), не задумываясь над его содержанием. Проведение лекции в режиме видеоконференции длительностью в стандартную пару требовало серьезного напряжения всех сил как лектора, так и слушателей. На практических занятиях добиться вовлеченности студентов в процесс методически проще, однако на математических дисциплинах снова возникают технические сложности: основные программы, предназначенные для организации онлайн-занятий, не предназначены для вывода на экран математических символов и выражений, а их рукописный ввод в отсутствие графического планшета требует определенных навыков и занимает много времени.

Отсутствие непосредственного контроля со стороны педагога на дистанционном занятии приводило к падению организационной дисциплины студентов, поэтому требовалось применять меры по контролю присутствия на онлайн-занятии (периодически отвечать на вопросы или отмечаться в чате по заданию преподавателя, выкладывать конспекты), итоговый контроль по теме разбивать на подразделы и требовать систематический отчет в виде прохождения тестов, сдачи решенных заданий, проведения собеседований и т. п. Эти меры позволили систематизировать работу студентов по дисциплине, но также потребовали дополнительных трудозатрат от преподавателя.

Опыт проведения дистанционных занятий показал, что специализированные системы компьютерной математики (Maple, MatCAD, Mathematica и др.) позволяют записать сложные математические выражения в привычном формате, визуализировать рассматриваемую проблему, облегчить решение сложных математических задач.

Возврат к очному обучению позволил вернуться к привычному формату работы со студентами. В то же время опыт, накопленный в период работы в цифровом формате, нельзя отбрасывать.

Математический анализ традиционно изучается на первом курсе. При изучении интегрального исчисления требуется делать чертежи плоских фигур и пространственных тел. Курс аналитической геометрии знакомит с основными кривыми и поверхностями второго порядка, однако построение сечений рассматривается значительно позднее, в проективной геометрии (и только плоскостями). Таким образом, при решении задач интегрального исчисления большая часть времени может уходить на построение чертежа, а не вычисление интегралов. Системы компьютерной математики (например, Maple, GeoGebra и др.) позволяют быстро выполнить построение и рассмотреть его со всех сторон при необходимости. Таким образом, освобождаемое время позволит рассмотреть больше задач.

Многие понятия математического анализа имеют геометрическую интерпретацию. Для иллюстрации таких понятий, как геометрический смысл частных производных, угловой коэффициент касательной, градиент, геометрический смысл основных теорем дифференциального исчисления и др., вместо мелового чертежа на доске можно демонстрировать студентом чертеж, подготовленный в специализированной программе. Наглядность и качество усвоения материала повысится, если он будет анимированным. Хотя создание flash-анимации с помощью специализированных программ требует определенной подготовки в сфере компьютерной графики, подготовить анимированный чертеж к лекции можно и в системе компьютерной математики (например, Maple), причем это не потребует каких-то навыков графического дизайнера.

Создание полноценных видеолекций и размещение их в электронной образовательной среде вуза, на наш взгляд, нерационально. Во-первых, это требует большой подготовительной работы от преподавателя и технической команды, которая будет заниматься съемкой и монтажом видео; во-вторых, эти лекции, скорее всего, будут востребованы только студентами-заочниками (если они есть) или обучающимися по индивидуальному графику работающими студентами; в-третьих, ведущие вузы с большим опытом применения цифровых технологий в обучении подготовили курсы видеолекций, которые по многим базовым дисциплинам, в том числе математическому анализу, доступны всем желающим [2].

Обобщение опыта преподавания математики в вузе показывает:

– при традиционном проведении лекций цифровые технологии не используются или ограничиваются демонстрацией презентации;

– студенты обладают достаточно развитыми навыками в сфере цифровых технологий, однако полное погружение в цифровой формат приводит к снижению качества обучения из-за недостаточной самоорганизации;

– цифровой формат обучения требует от преподавателя перенос дидактических материалов в цифровую форму и разработку новых, что приводит к существенному увеличению нагрузки на него;

– наиболее эффективным оказывается обучение при оптимальном балансе очного обучения в контакте с преподавателем и самостоятельной работы студенты в цифровой среде.

Таким образом, цифровизация образования требует от преподавателя овладения навыками работы в смешанном формате, нахождения баланса между традиционными формами обучения и применением цифровых технологий без потери сотрудничества со студентами.

Список литературы

1 *Состина, Е. В.* Использование цифровых технологий в преподавании математического анализа / Е. В. Состина, И. Ю. Пироженко // Антропологическая дидактика и воспитание. – 2023. – Т. 6, № 3. – С. 200–207. – EDN SMNZLY.

2 Образовательный портал НИЯУ МИФИ [Электронный ресурс] // Режим доступа : https://online.mephi.ru/local/staticpage/view.php?page=open-courses-maths. – Дата доступа : 05.03.2024.

UDC 159.9

DEVELOPING A NEW METHODOLOGY AND CREATING INNOVATIVE WAYS OF TEACHING MATHEMATICS

D. B. ESHMAMATOVA, R. A. KHIKMATOVA, N. K. ACHILOVA
Tashkent State Transport University, Republic of Uzbekistan

N. S. AFONKINA
Belarusian State University of Transport, Gomel

Emphasizing that no country can develop without scientific achievements and innovations in this area, the President said: “Strategies and mechanisms of innovative development of the country are closely linked, first of all, with the effective use of intellectual and scientific-technical potential created in this country. Deepening the integration of science and industry, including science and education, will play an important role in fulfilling this task” [1].

At the present stage of society’s development, innovative activity in education acquires a selective, research character. That is why the analysis and evaluation of pedagogical innovations introduced by teachers, creating the necessary conditions for their successful development and application, becomes an important direction in the activities of heads of teaching teams.

In an intensively developing information society, changes in educational standards, new socio-economic conditions, professional activity is becoming more complicated, possession of knowledge and information, skills and competencies are key values, the interest of researchers in the topic of psychological readiness of University teachers for educational innovation is becoming more and more pronounced.

In the pedagogical terminology dictionary, pedagogical innovation is considered as an innovation in pedagogical activity, a change in the content and technology of teaching and upbringing, with the aim of increasing their effectiveness.

Innovation refers not only to the creation and to dissemination of innovations, but also to transformations, changes in the way of activity, the style of thinking that is associated with these innovations.

A teaching method is a way in which a teacher organizes and manages the teaching learning situation, presents clear explanations and vivid descriptions, assigns and checks if learning interacts effectively with learners through questions and probes, answers and reactions, and praise and criticism. According to Carl, a teaching method is a way of facilitating interaction between the teacher and learners in order to realize set goals. Learning that is motivating therefore should be:

– An active process in which the learner is maximally involved;

– Guided through the use of a variety of teaching methods, which in the end offer learners a variety of learning experiences, that will enable them later to generalize and discriminate information.

In order to motivate learners Scot posited that learner-centered teaching methods should be used to ensure that:

– There is a close link between the learning needs of the learner and the teacher's teaching;

– Feedback is given in phases so that the learner feels that his/her hard work is.

Being recognized and rewarded by the teacher;

– All learners are challenged and extended in their learning;

– Whatever is being taught is directly linked to the learners' real life experiences.

According to these, we want to develop the new teaching methodology and use it to the students to like Mathematics and learn more. Using debate on mathematical problems and ICT methodology for learning will lead to enlarge students' skills of mathematics and their abilities to solve practical and word problems. Students will be an active part of educational process using this new methodology. Apply students gained knowledge and skills in mathematics can in other areas of science. Thought MATH Debate method also literacy and communication skills are developed [2].

A project of this kind is an excellent opportunity for making arguments between minds, criticizing different opinions on some topic, all of it with one goal: achieving very good mathematical skills of the students. At the end, we expect bigger motivation for learning mathematics to be achieved and this will lead to excellence in mathematical education.

This project would be very beneficial, as it would help the teachers, in attempt to produce motivated and responsible learners, who relate positively to each other, to staff and to the surrounding community. By making mathematical learning more attractive and accessible, we make sure that the students are well prepared for the exams they will take, which are essential for their future development. In addition, it would help young students to develop self-confidence and to successfully deal with significant life changes and challenges. Nonetheless, it would enable them to make a positive contribution to the society, by developing the expertise and experience needed to claim their rights and to understand their responsibilities, and by preparing them for the challenges and opportunities of working life. Improving students' motivation to learn mathematics is crucial for many distinct reasons.

This motivated us to make research about new methodology and create innovative ways of teaching and learning Mathematics using modern technologies, and this also satisfies the European priority to "support the professional development of teachers as mediators of creativity and innovation; promote the incorporation of creativity and innovation at all levels of education and training" [3].

We want the teachers together with the Universities professors and volunteers in associations that work on this topic to share their experiences and thoughts and develop new methodology for learning math skills though democratic process of choosing teaching methodology. Using this method, they will learn more, they will be more motivated, they will use innovative technologies to study, and big percent of the students will like to continue with their education in the field of science and technology area. This is an approach focused on student centered and problem-based active learning, and fostering critical thinking skills.

We believe that the implementation of the project will increase the underachievement in the basic skills of mathematics, science and literacy through this new effective and innovative teaching method and make excellence in mathematics education.

There has to be an expectation of what a pupil might be assumed to "know" when teaching a topic. The aim of the teachers is to build on and advance that knowledge, to ensure that it has been incorporated into the pupils' mental structures appropriately, including knowing about the limitations of use of that knowledge and providing opportunities for pupils to use and apply that knowledge in a variety of contexts.

From a constructivist position it would appear that “good practice” is in providing almost any situation, activity, game, web page activity whereby by some magic process pupils automatically develop the concepts they need. These processes need to be more carefully identified and carefully designed series of activities or even actual “tutoring/teaching/chalk and talk” where by the learner is helped to properly develop the cognitive structures. The good practice should enable the student for easier solving of practical problems. The teacher should be a guide to the students and should prepare them for successful individual persons. Therefore, he should teach them all the steps, which could be applied as strategies in the process of problems’ solving [4].

Good teaching enables good learning to take place by treating students as thinking individuals who can operate mathematically. It involves creating an appropriate environment in which students can respond to high levels of expectation and challenge. They are kept on the edge of thinking. By National Curriculum Non-Statutory guidance: “The teachers’ job is to organize and provide the sorts of experiences which enable pupils to construct and develop their own understanding of mathematics, rather than simply communicate the ways in which they themselves understand the subject”.

Based on the received information and experiences a list of good practices is provided. This list is a part of the analysis report, which will be published electronically. Some of the collected methods will be uploaded on the e-platform (computer and mobile version) and will be a part of MATHDebate process. In this way, they will be visible for all interested parties – teachers, students, parents.

The Analysis of teaching methodology is a first step of the process of developing a new methodology and creating innovative ways of teaching and learning Mathematics using modern technologies. This approach satisfies the European priority to “support the professional development of teachers as mediators of creativity and innovation; promote the incorporation of creativity and innovation at all levels of education and training”.

The done analysis of good practices would help to the teachers to change the conditions in the classroom, the approach in teaching of the material from the curriculum. This analysis would be beneficial for the students too, because by using of these good practices the students would be able to choose the way on which their teachers will teach some lesson. The using of ICT in the teaching process would be helpful for the teachers and the students for the increasing of the digital competences in the process of successful development for the persons – carrier of the economy in 21st century. The e-platform, which included the done analysis of good practices, will be available for all who want to try and use this new tool to increase the motivation for studying mathematics. In addition, will be listed the chosen teaching methods which are used in different countries in Europe and beyond. For all teaching methods, the main information, which were needed for the project, are included.

Better competence of the teachers since they will look on the teaching process from the point view of the students and have better understanding for it, strengthening the teachers' digital and linguistic competences, the possibility of networking and exchange of good practices, competitiveness among teachers, comparability of the common European educational space, are our main priorities.

References

1 *Mirziyoev, Sh.* We will resolutely continue our path of national development and take it to a new level / Sh. Mirziyoev. – Vol. 1. – Tashkent : Uzbekistan, 2017.

2 *Barkley, E. F.* Collaborative learning techniques: A Handbook for college faculty / E. F. Barkley, K. P. Cross, C. H. Major // San-Francisco : Jossey-Bass, 2005.

3 *Alkan, V.* Matematikten nefret ediyorum! / V. Alkan // Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. – 2010. – 28.

4 *Sullivan, P.* Teaching mathematics: Using research-informed strategies / P. Sullivan; Editor: Suzanne Mellor // Australian Education Review / Australian Council for Educational Research. – ACER Press. – 2011. – no. 59.

UDC 510.24

FORMATION OF NEW INFORMATION TECHNOLOGIES OF LEARNING AIMED AT IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF THE LESSON IN A QUALITATIVE WAY

D. B. ESHMAMATOVA, R. A. KHIKMATOVA
Tashkent State Transport University, Republic of Uzbekistan

E. E. GRIBOVSKAYA
Belarusian State University of Transport, Gomel

Appreciate science, strive for science. Do not waste even a second of you time.
Youth is the most invaluable period of life.
Science and knowledge - fireproof, non-submersible, never forget that it is a fortune that no one can take away from you!
Sh. Mirziyoev

A teaching method is a way in which a teacher organizes and manages the teaching learning situation, presents clear explanations and vivid descriptions, assigns and checks if learning interacts effectively with learners through questions and probes, answers and reactions, and praise and criticism. A teaching method is a way of facilitating interaction between the teacher and learners in order to realize set goals.

The formation of new information technologies (NIT) within the framework of subject lessons stimulate the need to create new software and methodological complexes aimed at improving the effectiveness of the lesson. Therefore, for the successful and purposeful use of new information technologies in the educational process, teachers should know the general description of the principles of functioning and the didactic capabilities of software-applied tools and then, based on their experience and recommendations, "embed" them in the learning process.

The aim is to consider ways to use new information technologies in mathematics lessons, which contribute to improving the quality of knowledge, students and the speed of their acquisition. More precisely, the use of software and methodological tools to improve the effectiveness of studying those topics of mathematics that, in the traditional form of education, cause students difficulties in assimilation.

To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks:

– Analyze software tools that allow the use of new information technologies in teaching mathematics;

– to justify the expediency of using software tools in mathematics lessons;

– to propose methodological techniques for using software tools in mathematics lessons.

The following methods were used to perform the work:

– study of scientific and methodological literature;

– generalization of teachers' experience in the use of NIT in teaching;

– practical methods.

Today, a subject teacher is no longer able to ignore the educational potential possessed by modern information technologies and their corresponding software and technical platform, which take the educational process to a qualitatively new level. Through the use of accumulated methodological knowledge and didactic materials, teachers are able to significantly increase the degree of educational impact in the classroom, increase the level of motivation of students to study new material [1].

As a rule, attempts to introduce a computer into the learning process failed quite quickly due to the imperfection of the software product, organizational difficulties associated with the workload of the computer class and the unpreparedness of the subject for independent work in the computer classroom.

The emergence of software and methodological complexes has somewhat shifted, at least psychologically, the process of introducing information technologies into education, but due to the organizational and methodological difficulties described above, this did not lead to the expected goal.

Today, there is an increasing interest of subject teachers in the use of information technology in teaching. In modern schools, computers are increasingly used not only in computer science lessons, but also in mathematics, chemistry, biology, Russian, literature, fine arts, and a foreign language [2].

Information technologies not only facilitate access to information and open up opportunities for the variability of educational activities, its individualization and differentiation, but also allow a new way to organize the interaction of all subjects of learning, to build an educational system in which the student would be an active and equal participant in educational activities.

Currently, it is customary to distinguish between the concepts of "information technology" and "learning technology". "Learning technologies" is usually understood as a system of methods, forms and means of learning, within which the achievement of set didactic goals is ensured.

Among the various definitions of the concept of "information technology", the interpretation of this term given by M. I. Zheldakov seems to be more acceptable: "Information technologies are understood as a set of methods and technical means of collecting, organizing, storing, processing, transmitting and presenting information that expand people's knowledge and develop their capabilities to manage technical and social processes" [2].

It should be noted that in recent years the term "computer and telecommunication technologies" has become widely used. However, since the concept of "information" includes both computer and telecommunication means, we will continue to use the term "new information technologies" and the corresponding abbreviation – NIT.

The definition of information technologies (without the prefix "new") includes a wide range of tools and methods of working with them: from printed publications to modern computers. The peculiarity of most NIT in higher education is that they are mainly based on modern personal computers (PCs). At the same time, the PC confidently entered the system of didactic tools, became an important element of the subject environment for the versatile development of students.

NIT tools are traditionally understood as "software and hardware and devices operating on the basis of microprocessor technology, modern means and systems of telecommunications for information exchange, audio-video equipment, etc., providing operations for the collection, production, accumulation, storage, processing, transmission of information".

Therefore, it is best to define the concept of "new information technologies in education" based not on the use of a computer, but on the pedagogical essence.

Since learning is the transfer of information to the student, it can be concluded that information technology has always been used in teaching. Moreover, any methods or pedagogical technologies describe how to process and transmit information so that it is best understood by students. When did computers become so widely used in education that it became necessary to talk about information technology training, it turned out that they have been actually implemented in the learning processes for a long time, and then the term "new information technology of learning" appeared. Thus, the emergence of such a concept – a new information technology – is associated with the emergence and widespread introduction of computers in education.

Information technologies include programmed learning, intelligent learning, expert systems, hypertext and multimedia, microcosms, simulation training, demonstrations. These particular techniques should be applied depending on the learning objectives and learning situations, when in some cases it is necessary to better understand the needs of the student, in others, the analysis of knowledge in the subject area is important, in others, the main role may be played by taking into account the psychological principles of learning.

As we can see, the main thing in new information technologies is a computer with the appropriate hardware and software. Therefore, information technology in education should be understood as the process of preparing and transmitting information to the student, the means of implementation of which is a computer.

This approach reflects the initial understanding of pedagogical technology, how to use technical means in training.

Pedagogical technology is "not just the use of technical learning tools or computers, this is the identification of principles and the development of methods for optimizing the educational process by analyzing factors that increase educational effectiveness, by designing and applying techniques and materials, as well as by evaluating the methods used".

Thus, the learning process with its own characteristics becomes at the head, and the computer is a powerful tool that allows you to solve new, previously unsolved didactic tasks [3, 4].

It can be argued that in education, "pedagogical technology" and "information technology" – these are synonyms in a certain sense. Can the use of a computer be considered a sufficient reason to name this technology a new one? Probably not. The fact is that the vast majority of such technologies rely (if at all) on well-known (good or not so good) pedagogical ideas. Moreover, they do not meet the basic requirements of the concept of "technology" at all. Using modern learning tools and instrumental environments, beautifully designed software products are created that do not contribute anything new to the development of learning theory. Therefore, we can only talk about automating certain aspects of the learning process, transferring information from paper media to a computer, etc.

It is possible to talk about the new information technology of education only if:

– it satisfies the basic principles of pedagogical technology (preliminary design, reproducibility of goal formation, integrity);

– it solves problems that have not been theoretically or practically solved in didactics before;

– the means of preparing and transmitting information to the student is a computer.

Thus, the emergence of the concept of a new information technology is associated with the emergence and widespread introduction of computers in education, which include programmed learning, intelligent learning, expert systems, hypertext and multimedia, microcosms, simulation training, demonstrations. These particular techniques should be applied depending on the learning objectives and learning situations, adhering to the principles outlined above.

It can be concluded, that the main thing in new information technologies is a computer with the appropriate hardware and software. The use of software in the educational process (software and application tools) confirms the very definition: information technology of education is the process of preparing and transmitting information to the student, the means of implementation of which is a computer. This approach reflects the initial understanding of pedagogical technology as the use of technical software in teaching.

References

1 *Polat, E. S.* New pedagogical and information technologies in the education system / E. S. Polat. – M. : Omega-L, 2004.

2 *Zheldakov, M. I.* The introduction of information technology in the educational process / M. I. Zheldakov. – M. : New knowledge, 2003.

3 *Sovetov, B. Ya.* Information technologies in education and society of the XXI century / B. Ya. Sovetov // Computer science and information technology in education. – 2004. – № 5.

4 *Agapova, N. V.* Prospects for the development of new learning technologies / N. V. Agapova. – M. : TK Velbi.

ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО, СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО, ОБЩЕГО И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378+004

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ЦИКЛА ДИСЦИПЛИН «МАТЕМАТИКА» В БГУИР

Е. А. БАРКОВА, Л. П. КНЯЗЕВА
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Современное высшее техническое образование предполагает всестороннюю математическую подготовку выпускников. Роль кафедры высшей математики состоит в методическом обеспечении непрерывности этого процесса. Уровень школьной математической подготовки является достаточным для получения среднего специального и профессионально-технического образования в колледжах, а также высшего образования в гуманитарных и социальных вузах РБ. Это является неплохой базой и для подготовки специалистов по всем специальностям в университетах технической направленности.

Поступившие в БГУИР в 2023 году абитуриенты имеют средний балл по математике – 86, из них 49 % выпускников набрали выше 90 баллов и только 1 % абитуриентов ниже 50 баллов. Это показывает высокий уровень математической подготовки наших первокурсников; тем не менее университет уделяет большое внимание вопросам дальнейшей математической подготовки студентов, отдавая себе отчет в том, что выпускаемые специалисты должны быть высоко квалифицированными и уметь решать сложные задачи, требующие в числе прочего и навыков математического моделирования. Кафедрой высшей математики разработана концепция двухэтапной подготовки студентов по высшей математике, состоящей из годичного курса, общего для всех специальностей, и специализированных курсов, которые разработаны для каждой группы специальностей – так сказать, сформированы «под заказ» выпускающих кафедр. На сегодняшний день таких спецкурсов шесть.

Дополнительным фактором, влияющим на повышение уровня математической подготовки в БГУИРе, является наличие электронных образовательных ресурсов по всем преподаваемым дисциплинам. Весь основной годичный курс высшей математики представлен качественными видеороликами, теоретическим материалом, заданиями для проведения практических занятий и тестами для самопроверки. При создании этого курса сотрудниками кафедры была разработана смешанная модель обучения для преподавания всех математических дисциплин. Работа выполнялась в рамках проекта «Апробация смешанной модели обучения по ИТ-специальностям для трансформации БГУИР в Цифровой университет». Модель была реализована на модульной объектно-ориентированной платформе MOODLE. Применение этой модели позволило осуществить инновационный подход к преподаванию математических дисциплин. Эффективность такого подхода была подтверждена анализом итогов обучения на протяжении двух лет.

Для проведения опроса была использована Google-форма, задачей которой было выявить степень удовлетворенности студентов проведением учебных занятий с применением ДОТ; определить эффективность проведения практических занятий по учебным дисциплинам «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» и «Математический анализ»; оценить учебные и методические материалы, размещенные в СЭО (их понятность и доступность); выявить возможные проблемы и трудности, с которыми сталкиваются студенты в процессе обучения; скорректировать методику проведения занятий с применением ДОТ, что позволит студентам научиться приобретать и применять полученные знания по профессиональному предназначению. Студентам было предложено оставить отзыв о пройденном курсе, оценив сложность курса, его структуру, содержание, полноту и качество содержания учебно-методических материалов, техническом оснащении образовательного процесса, организации преподавания.

Из рисунка 1 видно, что 89 % студентов понимают, для чего они изучают упомянутые курсы, в том числе около 27 % однозначно уверены в этом. И только 11 % обучающихся не уверены в ответе или не понимают цели обучения.

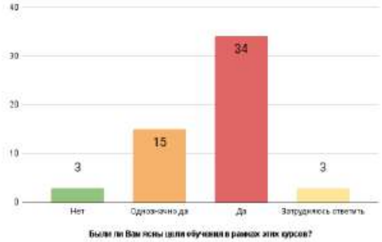


Рисунок 1

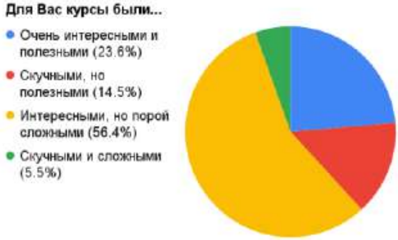


Рисунок 2

Абсолютное большинство (91 %) студентов считают, что курсы ЛАиАГ и МА спланированы хорошо и учебная нагрузка оказалась по силам 82 % опрошенных, 56 % студентов назвали курсы сложными, но интересными (рисунок 2). Проблемы с текущей успеваемостью возникали лишь у 11 % студентов, еще 16 % затруднились ответить на вопрос (рисунок 3).

Что касается материалов для дистанционного обучения, то в среднем студенты показывают удовлетворённость качеством доступной информации (62 % оценили все материалы на 5 в пятибалльной системе, см. рисунок 3). Практически так же оценили качество видеоматериалов (58 % оценили видеоролики в СЭО на 5 баллов). Предложенные текстовые теоретические материалы 49 и 55 % студентов оценили на 4 и 5 баллов, оценка тестов несколько ниже – 31 и 44 % соответственно. Что говорит о необходимости дальнейшего совершенствования тестов.

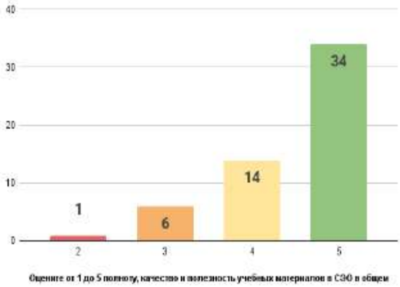


Рисунок 3

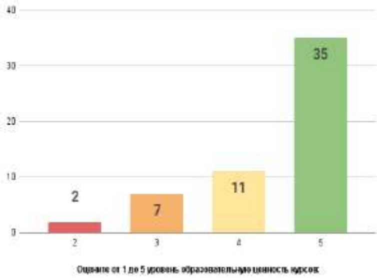


Рисунок 4

При этом, как видно из диаграмм на рисунках 5 и 6, общий уровень подготовки студентов по материалам данных курсов значительно вырос: 13 % опрошенных оценивали знание предмета на 4 и 5 до начала изучения, в конце изучения оценка увеличилась до 86 %. По мнению студентов, полученных знаний было достаточно для освоения обеих дисциплин (см. рисунок 6).

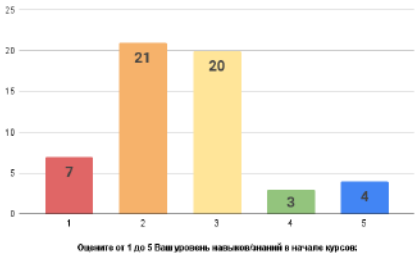


Рисунок 5

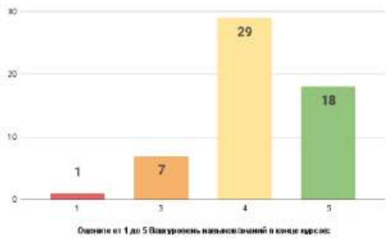


Рисунок 6

В итоге 84 % опрошенных оценили образовательную ценность курсов не менее чем на 4 балла в пятибалльной системе (рисунок 4). Как показал финальный опрос, наиболее часто студенты задаются вопросом, где знания курсов можно применить на практике в программировании. Также некоторое число вопросов оказалось посвящено глубине курса и некоторым темам, которые бы хотелось изучать дольше и более детально (рисунок 7), и вопросу нехватки практики (решения типовых задач, больше примеров и так далее).

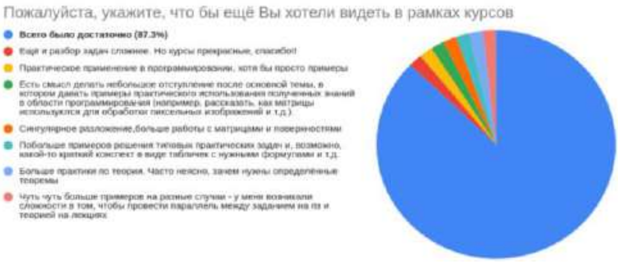


Рисунок 7

Список литературы

1 *Баркова, Е. А.* Реализация модели смешанного обучения при преподавании дисциплины «Численные методы» = Implementation of a combined learning model in teaching the discipline "Numerical methods" / Е. А. Баркова, Л. П. Князева, Т. С. Степанова // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития = Engineering education: challenges and developments : материалы XI Междунар. науч.-метод. конф. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 10–13.

2 *Баркова, Е. А.* Опыт реализации модели смешанного обучения при преподавании дисциплины «Численные методы» / Е. А. Баркова [др.] // Научные и методические аспекты математической подготовки в университетах технического профиля : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 27 апреля 2023 г. / под ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 117–121.

УДК 378.046.2

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ КОНКУРСНОГО ОТБОРА В ТЕХНИЧЕСКИЙ ВУЗ

С. М. ЕВТУХОВА, М. В. ЗАДОРОЖНЮК, Е. З. АВАКЯН
Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Республика Беларусь

В настоящее время во всех сферах как производственной, так и непроизводственной деятельности происходит смещение от количественных показателей в сторону повышения качества. Неслучайно 2024 год объявлен в Республике Беларусь Годом качества. В этой связи система образования, как, впрочем, и другие государственные системы, претерпевает изменения. Проблема качества образования была озвучена главой государства на встрече с ректорами вузов 13 февраля 2024 года, и, разумеется, нас, как преподавателей, на которых лежит ответственность за качество подготовки будущих специалистов, эта проблема не может не волновать.

Не секрет, что уровень подготовки специалистов падает, и этому есть ряд причин. В первую очередь это снижение общего уровня знаний абитуриентов. Во-вторых, искаженная мотивация: поступление на ту или иную специальность определяется не желанием в дальнейшем посвятить себя выбранной профессии, а советами родителей, модой, стремлением просто попасть в вуз, безразлично, в какой, с целью получения отсрочки от армии. Еще одной причиной снижения уровня подготовки не только инженерных кадров является массовизация высшего образования и тем самым его обесценивание.

Теоретически перечисленные выше проблемы должны решаться с помощью системы конкурсного отбора. Однако зачастую эта система дает сбой, в вуз попадают слабо подготовленные и мало мотивированные абитуриенты. Система конкурсного отбора находится в перманентном состоянии реформирования. В свое время на смену вступительным экзаменам в вузы пришло централизованное тестирование, и до 2022 года выпускники школ сдавали четыре выпускных экзамена, а затем, через небольшой промежуток времени, три централизованных тестирования. 3 января 2023 года Президент Республики Беларусь подписал Указ № 2, которым утверждается новая редакция Правил приема лиц для получения общего высшего и специального высшего образования. Так, например, появились централизованный экзамен, который по сути является совмещением выпускного и вступительного экзамена, и университетские олимпиады, победители которых могут быть зачислены в выбранный региональный вуз без вступительных испытаний. Список вузов и специальностей расширяется, и у абитуриентов 2024 года есть возможность поступления и в некоторые столичные вузы.

В ГГТУ им. П. О. Сухого имеется опыт проведения университетской олимпиады по математике. Олимпиада проходит в два тура: первый тур отборочный (он может проводиться как в очной, так и в заочной формах), второй – заключительный (обязательно очный). Если говорить про первый, отборочный тур, то мы опробовали обе формы его проведения и можем сказать, что каждая из форм имеет свои плюсы и минусы. Очная форма, безусловно, является более справедливой, вероятность того, что во второй тур пройдет слабо подготовленный ученик и не пройдет более сильный, практически равна нулю. Однако любое очное мероприятие сопряжено с большим количеством человеческих ресурсов, времени, причем не только организаторов и участников, но и их родителей, если участники иногородние. Что же касается заочного предварительного тура, то он позволяет без особого труда охватить гораздо большую аудиторию, расширить географию участников. В частности, в этом году участвовали школьники не только из Гомельской области, но и из Витебска, Могилева, Пинска, Бреста, Бобруйска, Минска, что позволило прорекламировать вуз не только на региональном, но и на республиканском уровне. При этом, как показывает опыт, наши опасения, что ученики будут обманывать в заочном туре, решать несамостоятельно, по большей части оказались напрасны. Кроме того, представляется удачной идея проводить олимпиады во всех вузах в один день и по одним правилам: это заставляет ученика не просто поучаствовать везде ради спортивного интереса (и таким образом, возможно, закрыть дорогу тому абитуриенту, который действительно воспользовался бы этой возможностью и поступил бы в вуз), а более осмысленно и серьезно отнестись к выбору. В свою очередь, появляется здоровая конкуренция между вузами.

Надо подчеркнуть, что специфика данной олимпиады отличается от других олимпиад (городских, областных, республиканской) в том смысле, что она должна быть более массовой, доступной. Ее цель, по нашему мнению, не выявить самых крутых математиков, физиков, химиков и т. д., а приобщить как можно больше школьников, возможно, помочь определиться с выбором учебного заведения и, разумеется, прорекламировать вуз. Олимпиада имеет огромное, прежде всего, профориентационное значение – абитуриенты (и их родители) имеют возможность познакомиться с основными направлениями подготовки в учебном заведении, задать вопросы. Специфика олимпиадных заданий и заданий на ЦТ или ЦЭ разная. Школьная подготовка в большей степени ориентирована на решение типовых примеров, аналогичных предлагаемым на ЦТ, вследствие чего ученик теряет творческие и аналитические навыки, умение выразить свою мысль. Хочется надеяться, что рост значимости таких олимпиад приведет к тому, что школьная подготовка отойдет от натаскивания на сдачу тестов, а будет побуждать учеников более глубоко изучать предмет.

Проведение университетской олимпиады является достаточно трудоемким процессом, но пока не очень эффективным с точки зрения формирования контингента. Так, в прошлом 2023 году из 48 победителей, имевших право на внеконкурсное зачисление, только 13 стали студентами нашего университета. Возможно, изменения, введенные в этом году, расширение списка предлагаемых специальностей позволят изменить статистику в лучшую сторону. Анализируя результаты двух аттестаций и первой сессии, можно сделать вывод о том, что студенты, зачисленные по результатам университетской олимпиады, показали в целом хорошие результаты. Очевидно, что такая форма отбора должна развиваться и совершенствоваться.

Эффективность ее во многом зависит от грамотно проведенной профориентационной работы.

Другой формой приема в вуз, на которую государством возлагаются большие надежды, является целевой набор. По нашему мнению, эта форма скорее подходит для заочного обучения: предприятие направляет учиться конкретного работника, видя его потенциал, а работник пять лет «возвращает долг», отрабатывая на родном предприятии. Говорить же о сильной мотивации в получении конкретной профессии у семнадцатилетнего школьника не приходится, он, в сущности, вообще слабо ее себе представляет. Точно так же, как и предприятие, заключая договор с конкретным студентом, по сути, покупает «кота в мешке»: оно ничего не знает о своем будущем специалисте; мало того, все изменения, в том числе и изменения на рынке труда, происходят сейчас настолько быстро, что, вполне возможно, специалист, необходимый предприятию сегодня, станет ненужным через 4–5 лет, когда окончит университет.

Еще один вопрос, который возникает к системе целевого набора, – это сама форма вступительных испытаний в виде устного экзамена. Предполагается, что на таком экзамене могут быть выявлены более мотивированные студенты. Но в каких баллах измерить эту мотивированность, и вообще, может ли преподаватель математики сделать вывод о том, что конкретный абитуриент мотивирован обучаться на специальности, например, «Технологии машиностроения»? Надо отметить, что проведение отборочного испытания в виде устного экзамена по математике в форме ответа на теоретические вопросы само по себе является абсолютно непривычным для абитуриентов: из школьной программы практически пропали выводы и доказательства теорем, на теорию не остается времени, т. к. всех готовят к ЦТ, т. е. к решению примеров. В результате даже абитуриент, имевший хорошие оценки в школе и достаточно успешно прошедший репетиционные этапы, теряется и не может ответить на теоретические вопросы (а только они и есть в билете). Несмотря на то, что вопросы находятся в открытом доступе, ученики просто не представляют, как должен выглядеть их ответ. И только когда комиссия наводит на мысль с помощью подходящих задач, абитуриент начинает понимать, что от него требуется. Хотелось бы предложить следующий подход: абитуриент получает билет, содержащий практические задания, решает их в течение установленного времени, а потом в ходе устной беседы с экзаменатором разъясняет свое решение и отвечает на теоретические вопросы, относящиеся к его заданиям. Кроме того, целесообразно представителям заказчиков принимать участие в работе приемных комиссий, предлагая целевое поступление наиболее сильным абитуриентам, не прошедшим на более престижные специальности, предлагая им какие-нибудь дополнительные бонусы: доплата к стипендии в случае успешной учебы, возможность подработать на данном предприятии в течение каникул и т. п.

Что касается результатов студентов, поступивших в рамках целевого приема в наш вуз, то они не так хороши, как хотелось бы. Среди этой категории поступивших есть студенты, имеющие академические задолженности, что говорит об изначально не очень высоком уровне подготовки, а низкий средний балл по промежуточным аттестациям у большинства из них свидетельствует о недостаточном прилежании, а значит, и о слабой мотивации. Целевой набор в том виде, в котором он существует сейчас, в целом себя не оправдывает и превращается скорее в лазейку для слабых студентов, которые не смогли бы конкурировать с другими при поступлении на престижную специальность, а поступив по целевому набору убивают двух зайцев сразу: попадают на желаемый факультет, фактически минуя конкурсный отбор, и практически обеспечивают себе место в университете на 4 года, т. к. четко не прописан механизм отчисления такого студента в случае неуспеваемости. Эта система, очевидно, нуждается в усовершенствованиях, в большей заинтересованности не только со стороны вузов, но и со стороны предприятий, в большем взаимном сотрудничестве. При разумном подходе она позволяет надеяться, что на предприятие гарантированно придут выпускники, готовые работать по крайней мере несколько лет.

В заключение хотелось бы отметить, что основной целью высшей школы на данном этапе является повышение качества подготовки специалистов. Для решения этой задачи необходима преемственность на всех этапах образования, грамотная активная профориентационная работа, создание благоприятных условий для поступления в вуз подготовленных мотивированных студентов.

УДК 378.146

ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ УЛУЧШЕНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

Г. Н. КАЗИМИРОВ
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Республика Беларусь

В последнее время я наблюдаю тенденцию снижения знаний школьной математики студентами. При этом у них возникают сложности и в формулировании своих мыслей. Причин этому много, в том числе и повсеместный переход на использование тестов вместо общения с учеником. А как изучать высшую математику, если знания основ очень слабые?

В ГГУ им. Ф. Скорины работает лаборатория СНИЛ «Методические проблемы развивающего образования», в рамках которой производится повторение и закрепление школьных знаний. Особое значение придаётся таким проблемным темам, как тригонометрия, прогрессии, степени, логарифмы и др. Блочный материал тригонометрии и прогрессий смотри в [1] и [2]. Проблемы с данными темами возникают из-за неправильного преподавания некоторыми учителями математики этих вопросов. Они делают упор на запоминание большого количества формул, что невозможно хранить в голове долго.

Например, в последнее время очень много студентов делают такую ошибку: пишут $a / (b + c) = a / b + a / c$. Простая проверка: $a = 3, b = 1, c = 2$, $3 / (1+2) \neq 3 / 1 + 3 / 2$ показывает, что это не так. Дело в том, что они путают это действие с действием $(a + b) / c = a / c + b / c$, которое объясняется просто тем, как мы складываем дроби с одинаковым знаменателем. Студенты это делают потому, что просто пытаются всё запомнить, а не задумываются над тем, почему мы делаем то или иное математическое действие. Преподавателям вузов приходится восполнять эти пробелы.

Одному преподавателю невозможно объяснить (и главное – спросить) у большого числа студентов эти проблемные вопросы школьной математики. В. Г. Ермаков предложил использовать помощь студентов. В нашей лаборатории СНИЛ я использовал помощь старших курсов для работы с первокурсниками. В этом учебном году студенты математики-педагоги 2-го курса работали со студентами специальности «Прикладная математика». Причем с моей стороны была только организация процесса и проверка содержания текстов рассказа проблемных тем. Все формулы должны были доказываться. Каждый студент 2-го курса из лаборатории сначала рассказывал определённую выбранную тему тем студентам 1-го курса, которые хотели бы разобраться в ней. После рассказа второкурсников студенты 1-го курса задавали им вопросы. Затем по мере готовности студенты 1-го курса рассказывали это 2-му курсу в определённое договорённое время. И теперь уже студенты 2-го курса задавали вопросы первокурсникам.

Проверку я как преподаватель проводил косвенно на экзамене по математическому анализу, задавая один или два вопроса. В зависимости от ответа добавлял 1 или 2 балла к экзаменационной отметке. Баллы также добавлялись и 2-му курсу. Такие действия не только улучшали успеваемость и ликвидировали некоторые пробелы, но и сплачивали студентов 1-го и 2-го курсов. Думаю, что этот опыт привлечения студентов старших курсов для обучения младших может быть использован и преподавателями других предметов.

Список литературы

1 *Казимиров, Г. Н.* Методика изучения прогрессий в рамках спецкурса и лаборатории СНИЛ / Г. Н. Казимиров // Современное образование: преемственность и не-

прерывность образовательной системы «школа – университет – предприятие» [Электронный ресурс] : материалы XIV Междунар. науч.-метод. конф. (Гомель, 2 февраля 2023 г.) : М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины, Главн. управл. образования Гомельского облисполкома ; редкол. : Ю. В. Никитюк (гл. ред.) [и др.] – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2023. – С. 169–171.

2 *Казимиров, Г. Н.* Методика изучения школьного курса тригонометрии / Г. Н. Казимиров // Современное образование: преемственность и непрерывность образовательной системы «школа – университет – предприятие» [Электронный ресурс] : материалы XIII Междунар. науч.-метод. конф. (Гомель, 11–12 февраля 2021 г.) : М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины, Главн. управл. образования Гомельского облисполкома; редкол.: И. В. Семченко (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2021. – С. 273–275.

УДК 378.147

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ

Л. В. ЛОБАНОК
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск

О. Н. КЕМЕШ
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

И. М. МОРОЗОВА
Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

В настоящее время перед высшей школой поставлены задачи подготовки специалиста в весьма ограниченные сроки, который должен владеть комплексом профессиональных умений и навыков, способностью быстрой адаптации к изменениям характера и вида труда при высокой его эффективности, умениями командной работы, социально активного и творческого. Достижение столь многогранной социально-значимой цели влечет за собой: 1) разработку инновационных педагогических методов для вузовского образовательного процесса, 2) обращение к классическим педагогическим подходам, адаптированным к современной образовательной ситуации. Таким образом, все более актуальной становится задача рационального сочетания профессионального и фундаментального образования. В решении этой задачи помочь может системный подход к изучению учебных дисциплин профессиональной направленности, в основу которого положены методы реализации межпредметных связей.

Межпредметные связи (междисциплинарная интеграция) в образовательном процессе предполагает «не простое объединение содержательных компонентов изучаемых дисциплин, а процесс их взаимодействия, взаимопроникновения и дополнения» [1]. Межпредметные связи классифицируются: по составу (содержательные, операционные, методические, организационные); по направлению (односторонние, двухсторонние, многосторонние); по способу взаимодействия связеобразующих элементов (хронологические, хронометрические).

На основании хронологического признака принято выделять следующие виды межпредметных связей: преемственные (определенные понятия фундаментальных учебных дисциплин включены в содержание других учебных курсов до начала изучения профессионально направленных учебных дисциплин); сопутствующие (параллельное изучение понятий и объектов на разных учебных дисциплинах, дополняя и обогащая содержание каждого из них); перспективные (использование полученных комплексных знаний после изучения совокупности дисциплин профессиональной направленности) [2].

Так как основой формирования фундаментальных знаний будущих специалистов инженерного профиля являются математические знания, то изучение учебных дисциплин технической направленности и естественных наук напрямую или косвенно связано именно с математикой. Межпредметные связи математики с естественнонаучными, общепрофессиональными и специальными учебными дисциплинами в обучении – это интеграционные процессы, происходящие как в науке, так и в жизни общества. Именно они определенным образом стимулируют учащихся на дальнейшую учебную деятельность, формируют интерес и тягу к познанию. Междисциплинарный подход развивает у студентов логическое мышление, гибкость ума, умение обобщать задания и переносить их на другие направления подготовки.

Получение образования студентами, подготовка их к сознательному овладению выбранной профессией, а в дальнейшем и творческий подход к трудовой деятельности полностью зависят от организации образовательного процесса: учебных планов, их согласованности по разным образовательным дисциплинам по семестрам и курсам обучения, содержания учебных программ учебных дисциплин, технического и методического обеспечения учебного процесса. При изучении той или иной учебной дисциплины студенты должны получать информацию, какие учебные дисциплины положены в основу изучаемого курса профессиональной направленности, какие разделы и темы из ранее изученных фундаментальных наук работают на глубокое и прочное получение знаний и навыков для дальнейшей творческой трудовой деятельности.

Установлению межпредметных связей способствует согласование учебных программ дисциплин различных кафедр вузов, взаимное посещение преподавателями различных кафедр учебных занятий по другим предметам.

Авторы на протяжении многих лет изучают проблему реализации межпредметных связей учебной дисциплины «Математика» в техническом вузе [3]. В данной работе предложен пример задания из учебной дисциплины «Теоретическая механика», который демонстрирует преемственность полученных знаний в курсе математики.

На рисунке 1 приведены самые распространенные междисциплинарные связи математики с другими основными учебными дисциплинами современного технического вуза.

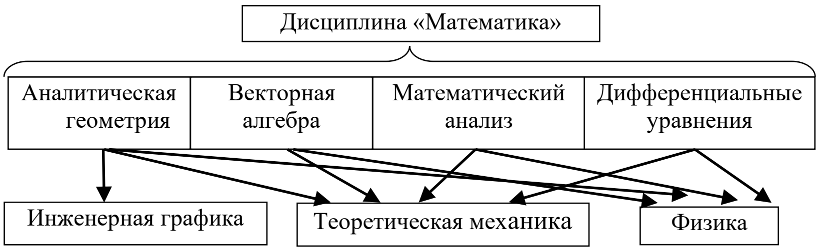


Рисунок 1

Более подробно остановимся на использовании основных понятий, операций из основных разделов курса математики на примере дисциплины «Теоретическая механика» (рисунок 2).

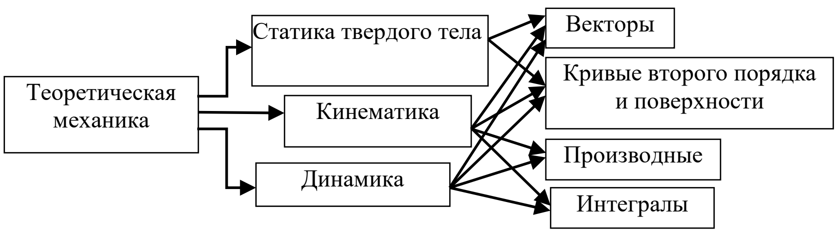
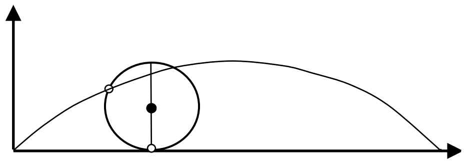


Рисунок 2

Приведем пример, показывающий преемственность в решении задач по теоретической механике с одним из разделов курса математики.

Найти величину и направление ускорения, а также радиус кривизны траектории точки колеса, катящегося без скольжения по горизонтальной оси Ox, если точка описывает циклоиду согласно уравнениям $x = 20t - \sin 20t$;

$y = 1 - \cos 20t$ (t – в секунду, x – в метрах). Определить также значение радиуса кривизны ρ при $t = 0$.



$R = 1$ м, $v_c = 20$ м/с;

$x = 20t - \sin 20t,$

$y = 1 - \cos 20t,$

$\angle \mathrm{MCA} = 20t$ рад.

Для нахождения ускорения найдем первые и вторые производные

$$\dot{x} = 20(1 - \cos 20t), \quad \ddot{x} = 400 \sin 20t, \quad \dot{y} = 20 \sin 20t, \quad \ddot{y} = 400 \cos 20t.$$

И, подставив в формулу, получим:

$$w = \sqrt{\left(400 \sin 20t\right)^2 + \left(400 \cos 20t\right)^2} = 400 \text{ м/с}^2$$

$$\cos\left(\widehat{\bar{w}, x}\right) = \frac{\ddot{x}}{w} = \sin 20t, \quad \left(\widehat{\bar{w}, x}\right) = \frac{\pi}{2} - 20t;$$

$$\cos\left(\widehat{\bar{w}, y}\right) = \frac{\ddot{y}}{w} = \cos 20t, \quad \left(\widehat{\bar{w}, y}\right) = 20t.$$

Следовательно, ускорение направлено по МС.

$$v = 40 \sin 10t, \quad w_\tau = \frac{dv}{dt} = 400 \cos 10t, \quad w_n = \sqrt{w^2 - w_\tau^2} = 400 \sin 10t;$$

$$\rho = \frac{v^2}{w_n} = \frac{1600 \sin^2 10t}{400 \sin 10t} = 4 \sin 10\,\mathrm{t} = 2\ \mathrm{MA}.$$

Из рассмотренного примера следует вывод, что проникновение математических понятий, например, дифференциального исчисления в другие учебные дисциплины глубоко, и формирование базы таких заданий должно осуществляться при изучении как математики, так и других учебных дисциплин, реализуя тем самым межпредметные связи математики.

Объединив основные элементы образовательного процесса и направив усилие на создание межпредметных связей математики с другими учебными дисциплинами, возможно решение основной задачи образования в вузе – подготовки современного грамотного специалиста.

Список литературы

1 *Попова, Н. В.* Предметно-языковое интегрированное обучение как методология актуализации междисциплинарных связей в техническом вузе // Междисциплинарная интеграция – основа проектирования учебного процесса в высшей школе / Н. В. Попова, М. С. Коган, Е. К. Вдовина // Вестник Тамбовского университета. Сер. Гуманитарные науки. – 2018. – № 23 (173). – С. 29–42.

2 *Домброва, О. А*. Международные связи предметов естественнонаучного цикла [Электронный ресурс] / О. А. Домброва // Образовательная социальная сеть. – Режим доступа : https://nsportal.ru. – Дата доступа : 22.02.2024.

3 *Морозова, И. М.* Компетентностный подход в образовании и метод проектного обучения / И. М. Морозова, Л. В. Лобанок, О. Н. Кемеш // Модернизация математической подготовки в университетах технического профиля : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 89–93.

УДК 378.147:51

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

В. А. САВАСТЕНКО
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Вопросы межпредметных связей в высшей школе были актуальными во все времена. Естественным образом связь математики с другими естественными общеобразовательными и специальными дисциплинами имеет особое значение. Очевидно, что анализ опубликованных материалов предыдущих конференций «Научные и методические аспекты математической подготовки в университетах технического профиля» позволяет сделать вывод о том, что большая часть представленных докладов – это коллективный стон преподавателей технических вузов, наблюдающих продолжающийся катастрофический развал высшего образования. В этом коллективном стоне есть, конечно же, и мой стон. Во многом развал высшего образования связан с разрушением системы школьного образования. Рассчитывать на то, что сложившаяся ситуация в ближайшие годы кардинально изменится, к сожалению, не приходится. Очевидно, что в ближайшие годы в студенческие аудитории технических вузов придет очень много тех, кто не имеет достаточной подготовки по математике и физике, не умеющих работать с литературой, не мотивированных к учебе и получению знаний, с очень низким уровнем ответственности и высочайшим уровнем инфантильности. Несомненно, что будут и те, кто осознанно пришли в вуз, будучи достаточно подготовленными для учебы. Но их число с каждым годом неуклонно снижается, и на сегодня они в явном меньшинстве, особенно на отдельных специальностях.

Но работать преподавателям вузов придется со всеми. Особенно сложности в вузе возникают на первом этапе обучения, на первом и втором курсах. К третьему и четвертому курсу часть тех, кто ошибочно оказался в вузе, отчисляется по причине неуспеваемости, часть уходит по собственному желанию. В условиях имеющегося дефицита учебных часов по математике и физике обеспечить должную подготовку студентов по указанным фундаментальным дисциплинам очень сложно. Надо искать внутренние резервы. Как ни странно, у нас они еще есть. Таким резервом является максимальное использование в процессе обучения междисциплинарных связей.

Большинству нынешних студентов на первом курсе при изучении высшей математики очень сложно понять, что такое дифференциальное уравнение. Физики при изложении многих разделов используют дифференциальные уравнения. Было бы очень полезно во время проведения практических занятий по высшей математике при решении дифференциальных уравнений использовать физические модели. Например, вывести уравнение гармонических колебаний пружинного маятника, который представляет собой систему, состоящую из пружины, один конец которой неподвижно закреплен, и прикрепленного ко второму концу пружины шарика массой m, скользящего по горизонтально расположенному гладкому стержню (рисунок 1). Масса пружины пренебрежимо мала по сравнению с массой шарика.

Точка 0 на оси x соответствует положению равновесия шарика, т. е. положению, при котором пружина не деформирована.

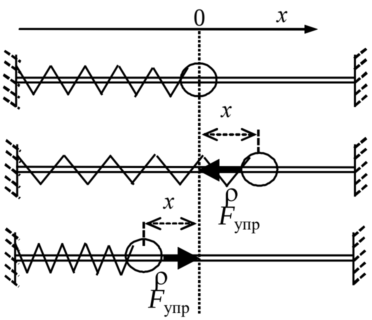


Рисунок 1

При смещении шарика вправо от точки 0 на расстояние x на него будет действовать упругая сила растянутой пружины. Эта сила направлена влево, т. е. к положению равновесия.

При смещении шарика влево от положения равновесия на него будет действовать сила упругости сжатой пружины, направленная вправо. Следовательно, при любых смещениях от положения равновесия, т. е. от точки 0, шарик будет находиться под действием силы упругости, направленной к положению равновесия. По закону Гука возникающая в деформированной пружине сила упругости

$$F_{упр} = k\Delta l, \tag{1}$$

где k – коэффициент упругости пружины (жесткость), Δl – изменение длины пружины при деформации.

Если точка 0 на оси x соответствует положению, при котором пружина не деформирована, то изменение ее длины Δl можно рассматривать как координату x незакрепленного конца пружины. Тогда проекция упругой силы на ось x

$$F_{\text{упр},x} = -kx. \tag{2}$$

Эта сила стремится возвратить шарик в положение равновесия, поэтому она называется возвращающей. Знак минус в формуле (2) указывает на то, что проекция упругой силы $F_{\text{упр}}$ на ось x и координата x всегда имеют разные знаки (см. рисунок 1)

Сила упругости деформированной пружины $F_{\text{упр}}$,, действующая на шарик, сообщает шарику ускорение a.

По второму закону Ньютона

$$ma_x = F_{\text{упр},x}, \tag{3}$$

где $a_x = \dfrac{d^2x}{dt^2}$ – проекция ускорения a шарика на ось x.

С учетом выражения (2) формулу (3) запишем в виде:

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -kx. \tag{4}$$

Перенесем $-kx$ в левую часть уравнения и разделим обе части уравнения (4) на массу шарика m:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0. \tag{5}$$

Обозначим $\sqrt{\dfrac{k}{m}} = \omega_0$ и подставим в выражение (5). Получим

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0\,. \tag{6}$$

Выражение (6) представляет собой дифференциальное уравнение второго порядка. Его называют дифференциальным уравнением гармонических колебаний. Решением этого дифференциального уравнения является гармоническая функция

$$x(t) = A\cos(\omega_0 t + \varphi_0). \tag{7}$$

Уравнение (7) называют уравнением гармонических колебаний. В этом уравнении $x(t)$ – *смещение колеблющегося тела (шарика) от положения равновесия* в момент времени t; A – *амплитуда колебаний* (максимальное смещение колеблющегося тела от положения равновесия); $\varphi = \omega_0 t + \varphi_0$ – *фаза колебания* в момент времени t. Фаза колебания определяет значение колеблющейся величины в данный момент времени; φ_0 – *начальная фаза* (фаза в момент времени $t = 0$); ω_0 – *циклическая частота колебаний*. Минимальный промежуток времени T, за который смещение колеблющегося тела от положения равновесия повторится, называют *периодом колебаний.*

Косинус – периодическая функция. Значения косинуса повторяются, когда его аргумент изменяется на 2π.

Из выражения (7) следует, что за период колебаний T фаза колебаний φ увеличится на 2π: $\omega_0(t+T)+\varphi_0=\omega_0 t+\varphi_0+2\pi$, откуда

$$T=\frac{2\pi}{\omega_0}. \qquad (8)$$

Величина, обратная периоду колебаний,

$$\nu=\frac{1}{T}, \qquad (9)$$

т. е. число полных колебаний, совершаемых в единицу времени, называется *частотой* колебаний. Из соотношений (8) и (9) следует, что *циклическая частота колебаний* $\omega_0 = 2\pi\nu$.

В этом примере также полезно акцентировать внимание студентов на том, что буквой x далеко не всегда обозначают аргумент, как чаще всего любят обозначать математики. Полезно отметить, что в этом случае аргументом является время t, а $x(t)$ – это функция.

Наполнение дифференциальных уравнений конкретным физическим смыслом, очевидно, будет способствовать пониманию учащимися значения и необходимости изучения таких уравнений. Кстати, следует заметить, что железнодорожный вагон – это тоже, по сути, пружинный маятник. То есть уже в этом конкретном случае видна связь и специальных дисциплин с математикой и физикой.

Ни одна естественная наука не использует математику больше, чем физика. Поэтому физики могут подсказать математикам множество конкретных примеров для использования их при изучении высшей математики. Было бы желание слушать и слышать друг друга.

Очевидно, что никакие методические приемы и разработки не смогут в полной мере обеспечить достаточный объем знаний по физике и математике в технических вузах, пока для их изучения не будет выделено достаточное число учебных часов, а учебные планы не будут синхронизированы. Как, например, студент может понять суть гармонических колебаний, если по физике раздел «Колебания и волны» изучается раньше, чем на занятиях по высшей математике изучаются дифференциальные уравнения?

Без отказа от введенной системы зачетных единиц, не имеющей никакого полезного смысла, но мешающей разработке разумных учебных планов, синхронизировать эти планы более чем сложно. Без возврата в вузах к пятилетнему сроку обучения практически невозможно обеспечить получение студентами технических специальностей полноценного высшего образования.

УДК 378.147:51

ON MODIFICATION OF MATHEMATICS COURSE FOR MODERN-DAY ENGINEERS

I. K. ASMYKOVICH, E. V. KALINOVSKAYA
Belarusian State Technological University, Minsk

Live as if you were to die tomorrow.
Learn as if you were to live forever.
Mahatma Gandhi

The question of the necessity for a foundational education for engineers of the "digital era" seems obvious [1–3]. Consequently, the primary goal of technical universities is to create a system of education that would ensure and develop the educational needs of every student. However, unfortunately, as the Republic of Belarus began to approach the level of universal higher education, the prestige of engineering specialties has clearly declined.

Little competition is left between the enrollees for the right to be a student. Instead, a notable competition for such applicants between universities is apparent now. Expectedly, there are many students, especially in the first years of technical specialties, whose abilities to ingest educational material of fundamental sciences may appear to be quite modest. The reasons for the above are at least twofold. Firstly, one may note significant shortcomings in teaching mathematics and physics in secondary school, and secondly, a universal spread of testing as a form of student knowledge validation. It should be noted, that mathematics teachers in technical universities spend a considerable amount of time teaching students lacking fundamental knowledge which was meant to be part of the high school curriculum. University staff ends up pulling them up to at least an average level. For many, it appears necessary to repeat the basic concepts and formulas of elementary mathematics, to achieve at least some understanding of such material [4].

The foundational nature of higher technical education requires special attention to the teaching and use of mathematical disciplines. These disciplines form the basis for the study and understanding of many specialized subjects in technical universities. This is especially true for specialties directly related to modern technical progress, such as automation of technological processes and manufacturing, production of goods using three-dimensional technologies, information technology, and information security of mobile systems. Unfortunately, the authors of specialty standards and curricula sometimes do not sufficiently consider the interconnection of fundamental subjects. For example, specialists in certain information technologies tend to offer a full course of physics in the first semester of study. Understandably, it is only possible to assimilate this course well when sufficient mathematical skills have been acquired already. It proves to be unrealistic to provide the basic concepts of higher mathematics in the first months of university study.

One of the features of higher mathematics education for engineers at a technical university is not just the competent and accessible presentation of the mathematics course, but also the fostering interest of students in a deep, independent self-study of various sections of modern applied mathematics [5]. In this context, the main course of higher mathematics should be modified to reflect modern needs the current realities of understanding mathematical methods [4], and the necessity of certain approaches in the present situation. Taking integrals as an example - it is hardly necessary to require knowledge of numerous methods of integrating different classes of functions. Such information can be easily found on relevant websites. It is not necessary to master methods of analytical solutions and sufficiently complex theorems on the existence and uniqueness of solutions when studying ordinary differential equations. In practice, such equations are very rare, and real differential equations are solved either by approximate or numerical methods. However, particular attention should be paid to the concepts of solution stability and criteria for its determination. Similarly, for partial differential equations, where the primary focus is on setting initial and boundary problems and grid methods of their solution. In probability theory, of course, the basic concepts and distribution laws are important. Still, in practice, mathematical statistics is used, where an engineer needs to be able to work with measurement results, criteria for testing various hypotheses and identifying the nature and strength of relationships between statistical variables or groups of variables.

It is clear that, due to the objective necessity of transitioning to a system of continuous education, the role of distance education will increase [6, 7]. As noted in the epigraph, in the context of an ever-increasing flow of information, education must become a lifestyle rather than a one-off event. In this situation, it is important to lay a solid foundation of knowledge and provide the opportunity to replenish it as needed within the system of continuous education. Leo Tolstoy noted, "The importance lies not in the quantity of knowledge, but in its quality. One can know a great deal without knowing what is most necessary."

Bibliography

1 Mathematics – the basis of competencies of the digital era: Materials of the XXXIX International Scientific Seminar of Mathematics and Informatics Teachers of Universities and Pedagogical Colleges (October 01–02, 2020). – M. : GAOU VO MSPU, 2020. – 396 p.

2 *Maisenya, L. I.* Development of mathematical education for students of technical universities / L. I. Maysenya. – Minsk : BSUIR, 2017. – 283 p.

3 *Asmykovich, I. K.* Mathematics and technical sciences in the education of a modern engineer / I. K. Asmykovich, E. V. Kalinovskaya // 67th Int. scientific conf. Astrakhan State Technical University, Astrakhan, May 29–31, 2023 : materials / Astrakhan State Technical University. – Astrakhan : ASTU Publishing House, 2023. – Issue 1. – P. 460–461.

4 *Testov, V. A.* Electronic technologies in teaching mathematics: the problem of understanding / V. A. Testov // Mathematical bulletin of pedagogical universities and universities of the Volga-Vyatka region. 2019. – Issue 21. – P. 53–60.

5 *Asmykovich, I. K.* On the importance of mathematics in the education of an engineer / I. K Asmykovich., M. S. Kapura // Scientific and methodological aspects of mathematical training in technical universities: materials of the V International. scientific – practical conf. (Gomel, April 27, 2023) / Ministry of transport and communications Resp. Belarus, Belarus. state University of Transport ; under general ed. Yu. I. Kulazhenko. – Gomel : BelGUT, 2023. – P. 12–14.

6 *Kalinovskaya, E.V.* The role of distance learning in modern conditions / E. V. Kalinovskaya, N. V. Bochilo, E. I. Lovenetskaya // Scientific and methodological aspects of mathematical training in technical universities : materials of the International scientific-practical conf. (Gomel, April 28–29, 2022) / M-vo transp. and communications Resp. Belarus, Belorussian state University of Transport under general ed. Yu.I. Kulazhenko. – Gomel : BelSUT, 2022. – P. 19–22.

7 *Asmykovich, I. K.* About true opportunities of studying mathematics using distance learning / I. K. Asmykovich, O. N Pyzhkova, I. M. Borkovskaia // Technologies in Education – 2021 : International Scientific and Methodological Conference Proceedings, April 21–25, 2021 / edited by E. V. Dobrovolskaya. – Novosibirsk : SibUCC, – P. 9–14.

РАЗВИТИЕ СОДЕРЖАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ. МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

УДК 378.147

О ПРЕПОДАВАНИИ СПЕЦКУРСА «ЛОКАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ» В УНИВЕРСИТЕТЕ

В. В. БУРАКОВСКИЙ
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Республика Беларусь

Подготовка студентов технических специальностей в настоящее время не может обойтись без изучения дисциплин, связанных с компьютерами, их сетями, протоколами обслуживания, особенностями функционирования [1, с. 78]. На первых лекциях по спецкурсу «Локальные вычислительные сети» студентам представляется обзор исторических сведений, делается акцент на том, что уже в конце 70-х годов XX века пользователи ЭВМ начали понимать, какие большие возможности представляют высокоскоростные локальные системы связи, соединяющие различные вычислительные устройства и облегчающие таким образом их совместное использование. Необходимость в таком оборудовании стала причиной интенсивной исследовательской работы, которая привела к появлению систем, известных под названием локальных сетей (ЛС). В настоящее время ЛС применяются во многих областях, особенно в учрежденческих и производственных системах, в которых необходимо недорогое, но высокоскоростное соединение персональных компьютеров, больших ЭВМ и специализированных периферийных устройств.

В различных странах мира созданы и находятся в эксплуатации десятки типов локальных вычислительных сетей (ЛВС), обеспечивающих высокоскоростное, простое и удобное соединение и совместное использование вычислительных устройств на сравнительно небольшой территории.

Первой темой, предлагаемой для изучения студентам, является описание ЛВС. В частности, сначала даются структура и протоколы множественного доступа. ЛВС представляют собой коммуникационную систему, принадлежащую одной организации и позволяющую однотипным или разнородным средствам вычислительной техники сообщаться друг с другом при помощи единой передающей среды. При этом ЛВС обеспечивает объединение всех устройств в помещении, на этаже, в здании, производственном комплексе или группе зданий.

Локальная сеть – это система связи небольшой протяженности, включающая следующие элементы:

1) широковещательную передающую среду, которая совместно используется станциями сети;

2) распределенный протокол управления доступом к среде (medium access control, MAC), управляющий доступом к передающей среде и содержащий при необходимости механизмы восстановления;

3) несколько взаимодействующих адаптеров, называемых также интерфейсами ЛС, через которые к сети присоединяются станции; эти адаптеры выполняют функции протокола MAC и взаимодействуют с подключенными к ним станциями.

Структура ЛВС формально представляется как совокупность источников информации – абонентских станций (АС), которые связаны между собой передающей средой, называемой каналом или моноканалом. В зависимости от типа канала ЛВС подразделяются на сети шинной, кольцевой и звездообразной структуры [2, с. 121]. Для упорядочения использования моноканала различными АС определяются протоколы множественного доступа (МД) к передающей среде следующих классов: протоколы полного разделения емкости канала, случайного МД (СМД), детерминированного МД (ДМД), гибридные (ГМД) и протоколы реконфигурируемых ЛВС.

Второй темой, изучаемой студентами, являются схемы управления в ЛВС. Особый акцент делается на двух известных стандартах ЛВС: протокола IEEE 802.5 и протокола FDDI (Fiber Distributed Data Interface, ANSI). В маркерном кольце доступ к передающей среде контролируется путем передачи по кольцу специального сигнала-маркера. Разработкой основных стандартов ЛС занимается Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE-ИИЭР), Европейская ассоциация производителей ЭВМ (European Computer Manufacturers Association, ECMA) и Американский национальный институт стандартов (АНИС).

Третьей темой спецкурса является описание и математическая модель несимметричной маркерной КЛВС. В настоящее время востребованной является относящаяся к протоколам ДМД циклического типа ЛВС «маркерное кольцо» TOKEN PASSING RING (стандарт ANSI/IEEE 802.5) [3, с. 46]. Особое внимание уделяется описанию шести дисциплин обслуживания на станциях сети и обзору основных вероятностно-временных характеристик функционирования КЛВС.

Раздел 4 носит название «Исследование маркерных КЛВС при помощи циклических марковских процессов». Он включает: описание КЛВС с одноместными буферами, процедуру определения стационарных вероятностей состояний сети [4, с. 16] и получение характеристик ее функционирования.

Раздел 5 включает описание симметричных КЛВС при помощи модели M/G/1/1 и получение стационарных вероятностей состояний сетей.

В заключительном разделе 6 студенты знакомятся с имитационным моделированием КЛВС. Они не только теоретически, но и на практике строят имитационные модели маркерных сетей. В математических моделях [5, с. 63], описывающих функционирование ЛВС, принимаются предположения о числе станций в сети (конечное или бесконечное), наличии (размере) буферов у станций, содержащих ожидающие передачу сообщения. Таким образом, спецкурс «Локальные вычислительные сети» предлагает не только теоретическую базу, но и вырабатывает у студентов практические умения и навыки построения математических и имитационных моделей для расчета базовых характеристик сетей, а также активизирует творческую составляющую.

Список литературы

1 *Takagi, H.* Analysis of polling systems / H. Takagi. – Cambridge, M. A. : MIT Press, 1986. – 198 p.

2 *Бакс, В.* Кольцевые локальные сети с маркерным доступом и их производительность / В. Бакс // ТИИЭР. – 1989. – № 2. – С. 121–142.

3 ANSI/IEEE 802.5 Standard-1985. Token-passing ring access method and physical layer specification // IEEE Press. – 1985. – 89 p.

4 *Бураковский, В. В.* Локальные вычислительные сети: курс лекций / В. В. Бураковский, В. О. Родченко. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2008. – 78 с.

5 *Бураковский, В. В.* Маркерная кольцевая локальная сеть с конечными буферами и ординарным обслуживанием сообщений / В. В. Бураковский // Сборник научных трудов. – 1998. – Вып. 1: Аэрокосмическое приборостроение России. Сер. 2. Авионика. – С. 63–67.

УДК 378.1:517

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ КАТЕГОРИИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Л. Л. ВЕЛИКОВИЧ
Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Республика Беларусь

A hint is not always help, but…
Из научного фольклора

1 Введение. Напомним определение математики.

Математика – это игра по правилам, в соответствии с которыми строятся необходимые логические цепочки с целью получения полезной информации [1–4]. Всю информацию, связанную с решением конкретной задачи, можно разбить на три части (рисунок 1)

Рисунок 1

Априорная – это информация, имеющаяся в условии задачи. Другими словами – это начальная информация. *Текущей* будем называть информацию, добытую в процессе решения. *Апостериорная* – это та информация, которая существует к моменту окончания решения. А теперь приведем две задачи с кратким анализом процесса поиска их решения.

2 Задачи.

Задача № 1. Точка, взятая внутри правильного треугольника, удалена от его вершин на расстояния 3, 4, 5 единиц. Чему равна сторона треугольника?

Решение. В условии задачи имеется явная подсказка: цифры 3, 4, 5 – это стороны прямоугольного (египетского) треугольника (рисунок 2). Значит, рано или поздно к нему следует прийти. Для этого предпримем обходной маневр: на отрезке $NB = 3$ построим равносторонний ΔNBM и точку M соединим с точкой A. Поскольку ΔCNB и ΔAMB равны (у них по две равные стороны и $\angle MBA = \angle NBC = 60^\circ - \angle NBA$), то $AM = CN = 4$. Поэтому ΔAMN – прямоугольный, а в ΔAMB известны две стороны и $\angle AMB = 90^\circ + 60^\circ = 150^\circ$. Для нахождения стороны AB остается применить теорему косинусов.

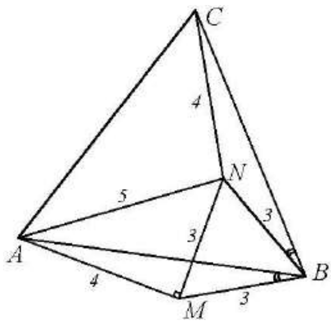


Рисунок 2

Примечание – Если сразу построить прямоугольный ΔAMN со сторонами 5, 4, 3, а затем доказать, что ΔNBM – правильный, то, по-моему, процесс усложнится.

Задача № 2. В наклонной треугольной призме $ABCA_1B_1C_1$ в основаниях лежат правильные треугольники со стороной 8 единиц, а боковые ребра равны 6 единиц. Вершина A_1 верхнего основания проектируется в центр нижнего основания. Найти площадь грани BB_1C_1C.

Р е ш е н и е. Соединим вершину A_1 с вершинами B и C (рисунок 3). Полученная пирамида A_1ABC – правильная: а) в основании лежит правильный треугольник; б) высота проходит через центр основания. Пусть M – середина ребра BC, а M_1 – середина ребра B_1C_1. Очевидно, плоскость AA_1M_1M является биссектральной для двугранного угла с ребром AA_1. Проведем апофему A_1M правильной пирамиды A_1ABC. Далее имеем: $BC \perp AM$; $BC \perp A_1M$ (в равнобедренном ΔBA_1C отрезок A_1M – медиана, а, следовательно, и высота). Значит, BC – перпендикуляр к плоскости AA_1M_1M, содержащей ΔAA_1M. Поэтому $BC \perp M_1M$. Но $M_1M \parallel AA_1$; $AA_1 \parallel CC_1$ и $M_1M \perp BC \Rightarrow M_1M \parallel CC_1$ и параллелограмм BB_1C_1C является прямоугольником, площадь которого легко находим:

$$S(BB_1C_1C) = BC \cdot CC_1 = 8 \cdot 6 = 48.$$

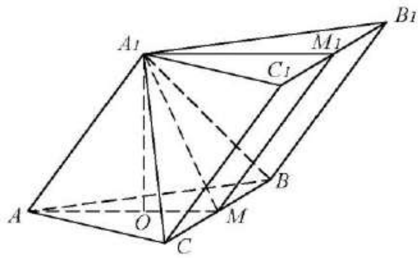


Рисунок 3

Примечание – Ключом (подсказкой) к решению задачи является pattern – «правильная пирамида», который легко просматривается и полностью детерминирует все дальнейшее.

3 Этапы процесса поиска решения задачи. По-видимому, процесс поиска решения задачи достаточно часто можно представить в виде следующей схемы.

Этап 1. Прикидка. Его целью является разработка (создание) пилотного сценария процесса поиска решения задачи. Здесь, в свою очередь, можно выделить следующие шаги.

Ш1. Поиск подсказки (подсказок). Подсказкой будем называть имеющуюся в условии задачи или в дальнейшем решении стандартную ситуацию, находящуюся в информационной базе (в теории) (см. ОСРЗ [1, с. 8]).

Ш2. Задача принятия решения о выборе способа деятельности, учитывающая Ш1. В качестве универсальных можно использовать: а) метод фрагментаризации; б) метод связных пар; в) ψ-принцип и другую технику [1]. Если же подходящего метода найти не удалось, то решение придется осуществлять посредством последовательности элементарных операций.

Ш3. Выработка примерного плана (стратегии) решения который в дальнейшем будет, конечно, детализироваться и редактироваться.

Этап 2. Становление. Его целью является анализ пилотного сценария на предмет реальности (адекватности). В частности, насколько он удовлетворяет требованиям принципа соответствия: а) операционно-объектного; б) информационно-операционного. В итоге принимается окончательное решение о выборе способа деятельности по конструированию процесса поиска решения задачи.

Этап 3. Развитие. Целью этого этапа является получение решения задачи, которое можно будет считать состоявшимся, т. е. представленным в явном виде.

Этап 4. Интеграция. Его целью является анализ предыдущих этапов на предмет а) корректности; б) возможности упрощения; в) замены; г) поиска других решений.

4 Заключительные замечания.

А) Напомним, что *задачей* мы называем упорядоченную четверку (Ω, A, B, X), где Ω – носитель задачи, A – множество посылок (условие задачи), B − множество следствий (заключение), X – решение задачи как процесс [1, с. 7]. Задачи, приведенные ранее в качестве примеров, не являются, понятно, очень уж сложными, и для их решения вряд ли необходима полная схема из 3°, но их объединяет одно обстоятельство: для их решения использовался принцип структурных изменений (ψ-принцип [1, с. 26]), причем все изменения касались структуры носителя Ω.

Б) Если в первой задаче подсказка носила количественный характер: $3^2 + 4^2 = 5^2$, то во второй задаче подсказка имеет ярко выраженный качественный характер: в условии задачи дана связь между двумя точками: вершиной A_1 верхнего основания и центром O нижнего основания.

Другим основанием для классификации подсказок может служить следующее обстоятельство: подсказка присутствует в условии задачи (как в приведенных примерах) или появляется в процессе поиска решения: так сказать, начальные и процессуальные подсказки.

В) Подсказки нужны в том случае, когда решение задачи субъекту-решателю заранее неизвестно и нам приходится преодолевать определенные «препятствия». На этом пути нас подстерегают так называемые, «ловушки», которые содержат либо неполную, либо неверную информацию. В частности, это могут быть ложные гипотезы (см. Принцип отсечения ложных гипотез [2, Ч. 1, с. 24–26]). Поэтому при решении задачи хорошим советчиком является «чувство опасности».

Г) Теперь скажем несколько слов по поводу «метода фрагментаризации», поскольку в [1, 2] он присутствует достаточно часто, но в неявном виде. Идея его очень проста: для решения задачи нам порой приходится выделять отдельные части (фрагменты), скажем, носителя с целью добычи полезной информации, причем фрагмент может включить в себя как объекты, так и ситуации. Рассмотрим в качестве иллюстрации пример.

Задача № 3 На сторонах *AB* и *AD* прямоугольника *ABCD* (рисунок 4) взяты точки *E* и *F* соответственно так, что *AE* = *BE*, *AF*:*FD* = 2:3. Отрезки *DE* и *BF* пересекаются в точке *O*. Найдите площадь Δ*DOF*, если площадь Δ*BOE* равна 15.

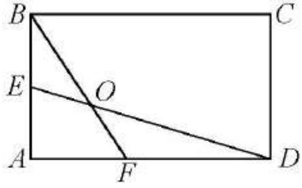


Рисунок 4

Решение. В качестве подсказки (начальной) выступает тот факт, что в прямоугольных треугольниках *FAB* и *EAD* известны синусы всех углов (в условных единицах). И это те два фрагмента, которые являются ключевыми для решения задачи, если учесть, что у Δ*DOF*, площадь которого требуется определить, и Δ*BOE*, площадь которого известна, имеются равные углы, а также есть формула, выражающая площадь треугольника через сторону и синусы всех углов. Кстати, треугольники *DOF* и *BOE* – еще два необходимых для решения задач фрагмента носителя.

Д) Наименование этапов 2, 3, 4 процесса поиска решения задачи автор позаимствовал из теории логистики [5]. Но вложил в них совершенно иное содержание.

Список литературы

1 *Великович, Л. Л.* Теория решения задач: новый взгляд на старые истины : брошюра для математиков: студентов, репетиторов, профессионалов / Л. Л. Великович. – М. : Билингва, 2023. – 72 с.

2 *Великович, Л. Л.* Подготовка к экзаменам по математике : учеб. пособие для абитуриентов и учащихся 9–11 кл. : в 2 ч. / Л. Л. Великович. – М. : Народ. образование, 2006. – 610 с.

3 *Великович, Л. Л.* Единый подход к преподаванию математики в школе и университете / Л. Л. Великович // Модернизация математической подготовки в университетах технического профиля : сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 24 мая 2017 г. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 31–34.

4 *Великович, Л. Л.* Теория решения задач как идеология принятия решений в условиях структурно-информационной неопределенности в математике / Л. Л. Великович // Преподавание математики в высшей школе и работа с одаренными студентами в современных условиях : материалы Междунар. науч.-практ. семинара, Могилев, 22 февр. 2024 г. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т. – Могилев : БРУ, 2024. – С. 20–24.

5 *Миротин, Л. Б.* Системный анализ в логистике : учеб. / Л. Б. Миротин, Ы. Э. Ташбаев. – М. : Экзамен, 2004. – 480 с.

УДК 517.956.22+517.956.3

КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ. МЕТОД ИНТЕГРАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛАПЛАССА

С. А. ДУДКО, И. М. ДЕРГАЧЕВА, А. И. ПРОКОПЕНКО
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В прикладных задачах теории колебаний как в системах с сосредоточенными параметрами (необходимо решать системы обыкновенных дифференциальных уравнений), так и в непрерывных системах (требуется решать уравнения и системы уравнений в частных производных), необходимо уметь решать задачи, связанные с воздействием на систему периодических и импульсных сил. Рассмотрим классическую модельную задачу продольных колебаний стержня под воздействием импульсной силы, т. е. силы, имеющей характер мгновенных толчков, периодически действующих на систему.

Понятие импульсной функции введем на элементарно-графическом уровне [1]. Рассмотрим функцию $\delta_h(t)$ (рисунок 1)

$$\delta_h(t) = \begin{cases} 0, t < 0, t > h, \\ \dfrac{1}{h}, 0 \le t \le h. \end{cases}$$

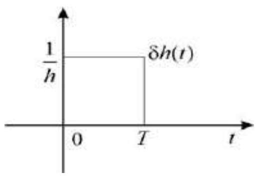


Рисунок 1

Она представляет собой величину, которая действует на отрезке [0; h], где имеет постоянное значение $\dfrac{1}{h}$, суммарный эффект действия $\int\limits_{-\infty}^{\infty} \delta_h(t)dt = \int\limits_{0}^{h} \dfrac{dt}{h} = 1.$

Предполагая, что $h \to 0,$ введем условную функцию $\delta(t),$ которую будем считать пределом семейства функций $\delta(t) = \lim\limits_{h\to 0} \delta_h(t)$ и называть импульсной функцией или, короче, σ-функцией. Импульсная функция $\delta(t)$ равна нулю всюду, кроме точки $t = 0,$ где она равна $\infty,$ и тем не менее для нее считается справедливым соотношение $\int\limits_{-\infty}^{\infty} \delta_h(t)dt = 1,$ которое является предельным соотношением для семейства функций $\delta_h(t).$

Лаплас-образ σ-функции имеет вид [1]: $\delta(t) \risingdotseq 1.$

На σ-функцию распространяются основные правила операционного метода, в частности, теорема запаздывания дает: $\delta(t-\tau) \risingdotseq e^{-\rho\tau}.$

Рассмотрим продольные колебания стержня под действием периодической импульсной силы $f(t)$ с периодом T и амплитудой F_0 (рисунок 2). Явную зависимость $f(t)$ задаем с помощью σ-функции:

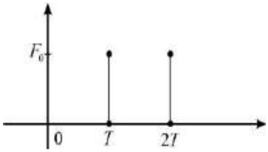


Рисунок 2

$$f(t) = F_0 \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t - kT).$$

Стержень имеет длину l, левый конец стержня $x = 0$ закреплен, на правый конец $x = l$ действует сила $f(t)$. Краевая задача для продольных колебаний стержня имеет вид [2]

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}, \tag{1}$$

граничные условия

$$u(0,t) = 0, \; \frac{\partial u(l,t)}{\partial x} = \frac{f(t)}{ES}, \tag{2}$$

где $u(x,t)$ – амплитуда продольного смещения сечения стержня с координатой x за время t, коэффициент $a^2 = \frac{E}{\rho}$, где E – модуль Юнга; ρ – объемная плотность материала стержня; S – площадь поперечного сечения стержня.

Начальные условия задачи полагаем нулевыми, т. е.

$$u(x,0) = 0, \; \frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = 0.$$

Лаплас-образ $F(p) \doteqdot f(t)$ имеет вид

$$F(p) = F_0 \sum_{k=0}^{\infty} e^{-\rho kT} = F_0 \frac{1}{1 - e^{-\rho T}} = F_0 \frac{e^{\frac{\rho T}{2}}}{e^{\frac{\rho T}{2}} - e^{-\frac{\rho T}{2}}} = F_0 \frac{e^{\frac{\rho T}{2}}}{2\operatorname{sh}\frac{\rho T}{2}}.$$

Вводим лаплас-образ неизвестной функции $u(x,t) \doteqdot U(x,p)$, переходим к лаплас-образам в уравнении (1) и граничных условиях (2). С учетом нулевых начальных условий и лаплас-образа $F(p)$ получаем следующую краевую задачу

$$\frac{d^2 U(x,p)}{dx^2} - \left(\frac{p}{a}\right)^2 U(x,p) = 0, \; U(0,p) = 0, \; \frac{dU(l,p)}{dx} = \frac{F(p)}{ES}. \tag{3}$$

Решение уравнения запишем в виде $U(x,p)=c_1\operatorname{ch}\frac{px}{a}+c_2\operatorname{sh}\frac{px}{a}$.

С учетом граничных условий находим коэффициенты c_1 и c_2 и получаем решение краевой задачи (3)

$$U(x,p)=\frac{aF_0}{2ES}\frac{e^{\frac{pT}{2}}\operatorname{sh}\frac{px}{a}}{p\operatorname{sh}\frac{pT}{2}\operatorname{ch}\frac{pl}{a}}=\frac{aF_0}{2ES}\frac{e^{\frac{pT}{2}}\operatorname{sh}\frac{px}{a}}{B(p)}. \tag{4}$$

Далее находим функцию-оригинал, отвечающую лаплас-образу (4). Функция $B(p)=p\operatorname{sh}\frac{pT}{2}\operatorname{ch}\frac{pl}{a}$ имеет бесконечно много нулей в точках $p=p_n$, являющихся решениями уравнения

$$\operatorname{sh}\frac{pT}{2}=0,\ \frac{p_nT}{2}=i\pi n,\quad p_n=i\frac{2\pi}{T}n=i\omega n\left(\omega=\frac{2\pi}{T}\right),\ \ n=1,\ 2\ \ldots$$

(мы рассматриваем комплексные нули функции $B(p)$, лежащие в верхней полуплоскости). Нулю функции $B(p)$ в точке $p=p_n$ отвечает простой полюс функции $U(x,p)$. Вычет функции $U(x,p)e^{pt}$ в простом полюсе $p=p_n$ находим по формуле [3]

$$\operatorname*{Res}_{p=p_n}\left(U(x,p)e^{pt}\right)=\frac{aF_0}{2ES}\frac{e^{\frac{p_nT}{2}}\operatorname{sh}\frac{p_nx}{a}e^{p_nt}}{B'(p_n)}. \tag{5}$$

Находим производную функции $B(p)$

$$B'(p)=\frac{pT}{2}\operatorname{ch}\frac{pT}{2}\operatorname{ch}\frac{pl}{a}+\operatorname{sh}\frac{pT}{2}\left(p\operatorname{ch}\frac{pl}{a}\right)'_p,$$

поэтому (с учетом равенства $p_n=i\omega n$)

$$B'(p_n)=i\pi n\operatorname{ch}i\pi n\operatorname{ch}\frac{i\omega nl}{a}=i\pi n(-1)^n\cos\frac{\omega nl}{a}.$$

Подставляем производную $B'(p_n)$ в равенство (5) и получаем

$$\operatorname*{Res}_{p=p_n}\left(U(x,p)e^{pt}\right)=\frac{aF_0}{2ES}\frac{e^{i\pi n}\operatorname{sh}\dfrac{i\omega nx}{a}e^{i\omega nt}}{i(-1)^n\,\pi n\cos\dfrac{\omega nl}{a}}=$$

$$=\frac{aF_0}{2ES}\frac{i(-1)^n\sin\dfrac{\omega nx}{a}\left(\cos\omega nt+i\sin\omega nt\right)}{i(-1)^n\,\pi n\cos\dfrac{\omega nl}{a}}=$$

$$=\frac{aF_0}{2ES}\frac{\sin\dfrac{\omega nx}{a}\left(\cos\omega nt+i\sin\omega nt\right)}{\pi n\cos\dfrac{\omega ln}{a}}.$$

В полученном выражении выделяем действительную часть

$$\operatorname{Re}\operatorname*{Res}_{p=i\omega n}\left(U(x,p)e^{pt}\right)=\frac{aF_0}{2ES}\frac{\sin\dfrac{\omega nx}{a}\cos\omega nt}{\pi n\cos\dfrac{\omega ln}{a}}. \qquad (6)$$

Разлагая гиперболические синусы в ряд Маклорена, находим, что точка $p=0$ также является простым полюсом функции $U(x,p)$:

$$U(x,p)=\frac{aF_0}{2ES}\frac{e^{\frac{pt}{2}}\dfrac{px}{a}\left(1+\dfrac{1}{3!}\left(\dfrac{px}{a}\right)^2+\text{K}\right)}{p\cdot\dfrac{pT}{2}\left(1+\dfrac{1}{3!}\left(\dfrac{pT}{2}\right)^2+\text{K}\right)\operatorname{ch}\dfrac{pl}{a}}=\frac{F_0x}{EST}\frac{e^{\frac{pt}{2}}\left(1+\dfrac{1}{3!}\left(\dfrac{px}{a}\right)^2+\text{K}\right)}{p\left(1+\dfrac{1}{3!}\left(\dfrac{pT}{2}\right)^2+\text{K}\right)\operatorname{ch}\dfrac{pl}{a}}.$$

Поэтому получаем

$$\operatorname*{Res}_{p=0}\left(U(x,p)e^{pt}\right)=\frac{F_0x}{EST}\lim_{p\to0}\left(p\frac{e^{\frac{pt}{2}}\left(1+\dfrac{1}{3!}\left(\dfrac{px}{a}\right)^2+\text{K}\right)e^{pt}}{p\left(1+\dfrac{1}{3!}\left(\dfrac{pT}{2}\right)^2+\text{K}\right)\operatorname{ch}\dfrac{pl}{a}}\right)=\frac{F_0x}{EST}. \qquad (7)$$

Частоты собственных колебаний стержня даются корнями уравнения

$$\operatorname{ch}\frac{pl}{a}=0,\ \frac{p_nl}{a}=i\left(\frac{\pi}{2}+\pi n\right),\quad p_n=\frac{i\pi a(2n+1)}{2l},\quad n=0,\ 1,\ 2\ \text{K}$$

Перезаписав производную функции $B(p)$ в виде

$$B'(p)=\frac{pl}{a}\operatorname{sh}\frac{pl}{a}\operatorname{sh}\frac{pT}{a}+\operatorname{ch}\frac{pl}{a}\left(p\operatorname{sh}\frac{pT}{2}\right)'_p,$$

вычисляем вычет в полюсе $p_n=\dfrac{i\pi a(2n+1)}{2l}$, получаем

$$\operatorname*{Res}_{p=p_n}\left(U(x,p)e^{pt}\right)=\frac{aF_0}{2ES}\frac{\operatorname{sh}\dfrac{p_nx}{a}e^{p_n\left(t+\frac{T}{2}\right)}}{\dfrac{p_nl}{a}\operatorname{sh}\dfrac{p_nl}{a}\operatorname{sh}\dfrac{p_nT}{2}}=$$

$$=\frac{aF_0}{ES}\frac{i\sin\dfrac{\pi(2n+1)x}{2l}}{i(-1)^{n+1}\pi(2n+1)\sin\dfrac{\pi a(2n+1)T}{4l}}e^{i\frac{\pi a(2n+1)}{2l}\left(t+\frac{T}{2}\right)}=$$

$$=\frac{aF_0}{\pi ES}\frac{(-1)^{n+1}\sin\dfrac{\pi(2n+1)x}{2l}\left(\cos\dfrac{\pi a(2n+1)\left(t+\dfrac{T}{2}\right)}{2l}+i\sin\dfrac{\pi a(2n+1)\left(t+\dfrac{T}{2}\right)}{2l}\right)}{(2n+1)\sin\dfrac{\pi a(2n+1)T}{4l}}.$$

Выделяя действительную часть, находим требуемое соотношение

$$\operatorname{Re}\operatorname*{Res}_{p=p_n}\left(U(x,p)e^{pt}\right)=\frac{aF_0}{\pi ES}\frac{(-1)^{n+1}\sin\dfrac{\pi(2n+1)x}{2l}\cos\dfrac{\pi a(2n+1)\left(t+\dfrac{T}{2}\right)}{2l}}{(2n+1)\sin\dfrac{\pi a(2n+1)T}{4l}}.\quad(8)$$

Суммируем результаты формул (6), (7), (8) и по основной теореме обращения лаплас-образа [4] находим функцию-оригинал, отвечающую нашему лаплас-образу (4)

$$u(x,t)=\operatorname*{Res}_{\rho=0}\left(U(x,p)e^{\rho t}\right)+\sum_{n=1}^{\infty}2\operatorname{Re}\operatorname*{Res}_{\rho=i\omega n}\left(U(x,p)e^{\rho t}\right)+$$

$$+\sum_{n=0}^{\infty}2\operatorname{Re}\operatorname*{Res}_{\rho=\rho_n}\left(U(x,p)e^{\rho t}\right)=\frac{F_0x}{EST}+\frac{aF_0}{\pi ES}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sin\dfrac{\omega nx}{a}\sin\omega nt}{n\cos\dfrac{\omega ln}{a}}+$$

$$+\frac{2aF_0}{\pi ES}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}\sin\dfrac{\pi(2n+1)x}{2l}\cos\dfrac{\pi a(2n+1)\left(t+\dfrac{T}{2}\right)}{2l}}{(2n+1)\sin\dfrac{\pi aT(2n+1)}{4l}}.$$

В полученном соотношении для функции $u(x, t)$ второе слагаемое описывает вынужденные колебания стержня со спектром частот импульсной силы, третье слагаемое – собственные колебания стержня, наличие первого слагаемого – статический сдвиг сечения стержня, обусловлено периодическим характером внешней импульсной силы.

Список литературы

1 *Ершова, В. В.* Импульсные функции. Функции комплексной переменной. Операционное исчисление / В. В. Ершова. – Минск : Выш. шк., 1976. – 255 с.

2 *Тихонов, А. Н.* Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А. А. Самар ский. – М. : Наука, 1972. – 736 с.

3 *Пчелин, Б. К.* Специальные разделы высшей математики. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление / Б. К. Пчелин. – М. : Высш. шк., 1973. – 464 с.

4 *Свешников, А. Г.* Теория функций комплексной переменной / А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов. – М. : Наука, 1967 – 304 с.

УДК 517.925:51-7

ОПЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД В ЗАДАЧАХ ТЕОРИИ КОЛЕБАНИЙ. НЕКОНСЕРВАТИВНАЯ СИСТЕМА С ОДНОЙ СТЕПЕНЬЮ СВОБОДЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ВЫНУЖДАЮЩЕЙ СИЛЫ

С. А. ДУДКО, Е. А. ЗАДОРОЖНЮК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При рассмотрении процессов колебаний в реальных механических системах необходимо учитывать, что подавляющее число систем являются неконсервативными, т. е. колебательные процессы в них происходят с диссипацией (потерей) энергии. Прежде всего, потери энергии вызываются влиянием среды на механическую систему. В целом ряде случаев, однако, влияние среды на систему можно учесть достаточно простым образом, полагая, что на тело действует сила трения. Обычно силу трения, действующую на систему, совершающую одномерные малые колебания с обобщенной координатой y, записывают в виде $F_{\text{тр}} = -\alpha\dot{y}$, где α – положительный коэффициент. Как следствие, уравнение движения для одномерного осциллятора с учётом силы трения и внешней вынуждающей силы, действующей на осциллятор [1, 2], будет иметь вид

$$\ddot{y} + 2\delta\dot{y} + \omega_0^2 = \frac{f(t)}{m}, \qquad (1)$$

где ω_0 – частота свободных колебаний осциллятора, величина δ $\left(2\delta = \frac{\alpha}{m}\right)$ называется коэффициентом затухания, m – масса осциллятора.

Наибольший интерес представляют колебательные процессы, происходящие под действием периодических сил. Рассмотрим колебания осциллятора под действием силы $f(t)$ (рисунок 1) с периодом T и амплитудой F_0:

$$f(t) = F_0 \begin{cases} \frac{2t}{T}, 0 \le t < \frac{T}{2}, \\ \frac{2(T-t)}{T}, \frac{T}{2} \le t < T. \end{cases}$$

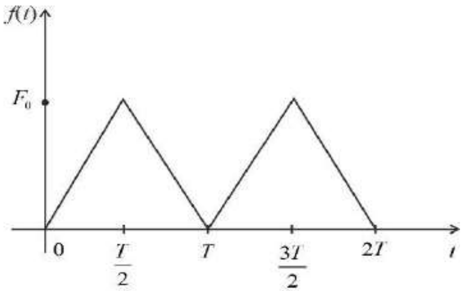


Рисунок 1

Лаплас-образ функции $f(t)$ с периодом T имеет вид [3]

$$F(p) = \frac{F_0(p)}{1 - e^{-pT}}, \qquad (2)$$

где укороченный лаплас-образ

$$F_0(p) = \frac{2}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} te^{-pt}dt + 2\int_{\frac{T}{2}}^{T}\left(1 - \frac{t}{T}\right)e^{-pt}dt = \frac{2}{pT}\left(Te^{-pT} - Te^{-\frac{pT}{2}}\right) + \frac{2}{p^2T}\left(e^{-pT} - 2e^{-\frac{pT}{2}} + 1\right) -$$

$$-\frac{2}{p}\left(e^{-pT} - e^{-\frac{pT}{2}}\right) = \frac{2}{p^2T}\left(1 - e^{-\frac{pT}{2}}\right)^2.$$

Подставляя полученное соотношение для $F_0(p)$ в формулу (2), находим требуемый лаплас-образ:

$$F(p)=\frac{2\left(1-e^{-\frac{pT}{2}}\right)^2}{p^2T\left(1-e^{-pT}\right)}=\frac{2\left(1-e^{-\frac{pT}{2}}\right)}{p^2T\left(1+e^{-\frac{pT}{2}}\right)}=\frac{2\left(e^{\frac{pT}{4}}-e^{-\frac{pT}{4}}\right)}{p^2T\left(e^{\frac{pT}{4}}+e^{-\frac{pT}{4}}\right)}=\frac{2\,\mathrm{sh}\,\frac{pT}{4}}{Tp^2\,\mathrm{ch}\,\frac{pT}{4}}.$$

Перейдя к лаплас-образам в обеих частях уравнения (1) (начальные условия нулевые, т. е. $y(0)=0$, $\dot{y}(0)=0$), получим требуемое уравнение для лаплас-образа $Y(p)$ неизвестной функции $y(t)$

$$\left(p^2+2\delta p+\omega_0^2\right)Y(p)=F(p),$$

из которого находим, с учетом явного вида лаплас-образа $F(p)$, требуемое соотношение для лаплас-образа функции $y(t)$:

$$Y(p)=\frac{2F_0}{mT}\cdot\frac{\mathrm{sh}\,\frac{pT}{4}}{p^2\,\mathrm{ch}\,\frac{pT}{4}\left(p^2+2\delta p+\omega_0^2\right)}=\frac{2F_0}{mT}\cdot\frac{\mathrm{sh}\,\frac{pT}{4}}{B(p)}.$$

Функцию-оригинал, отвечающую полученному лаплас-образу $Y(p)$, найдем, используя основную теорему обращения [4]:

$$y(t)=\sum \mathrm{Res}\left(Y(p)e^{pt}\right)+\sum 2\,\mathrm{Re}\,\mathrm{Res}\left(Y(p)e^{pt}\right), \tag{3}$$

где первая сумма берется по всем действительным корням функции $B(p)$, а вторая сумма – по комплексным корням функции $B(p)$, лежащим в верхней полуплоскости.

Функция $B(p)=p^2\,\mathrm{ch}\,\dfrac{pT}{4}\left(p^2+2\delta p+\omega_0^2\right)$ имеет бесконечно много нулей в точках $p=p_n$, являющихся корнями уравнения $\mathrm{ch}\,\dfrac{pT}{4}=0$, $\dfrac{p_nT}{4}=i\left(\dfrac{\pi}{2}+\pi n\right)$, $p_n=\dfrac{i2\pi(2n+1)}{T}=i\omega(2n+1)$ ($\omega=\dfrac{2\pi}{T}$ – циклическая частота колебаний), $n=0,1\ldots$ Нулю функции $B(p)$ отвечает простой полюс функции $Y(p)$ в точке $p=p_n$. Вычет функции $Y(p)e^{pt}$ в простом полюсе p_n находим по формуле [3]:

$$\mathop{\mathrm{Res}}_{p=p_n}\left(Y(p)e^{pt}\right)=\frac{2F_0}{mT}\cdot\frac{\mathrm{sh}\,\frac{pT}{4}\,e^{p_nt}}{B'(p_n)}. \tag{4}$$

Производная функции

$$B'(p)=\frac{T}{4}\,\mathrm{sh}\,\frac{pT}{4}\,p^2\left(p^2+2\delta p+\omega_0^2\right)+\mathrm{ch}\,\frac{pT}{4}\left(p^2\left(p^2+2\delta p+\omega_0^2\right)\right)'_p,$$

поэтому (с учетом явного выражения для $p_n = i\omega(2n+1)$)

$$B'(p_n) = \frac{T}{4}\operatorname{sh}\frac{p_n T}{4}\left(-\omega^2(2n+1)^2\right)\left(\omega_0^2 - \omega^2(2n+1) + 2i\delta\omega(2n+1)\right) =$$

$$= \frac{T}{4}\operatorname{sh}\frac{p_n T}{4}\,\omega^2(2n+1)^2\left(\omega^2(2n+1)^2 - \omega_0^2 - 2i\delta\omega(2n+1)\right).$$

Подставляем полученное выражение для $B'(p_n)$ в равенство (4):

$$\operatorname*{Res}_{p=p_n}\left(Y(p)e^{pt}\right) = \frac{2F_0}{mT}\cdot\frac{4\operatorname{sh}\frac{p_n T}{4}e^{i\omega(2n+1)}}{T\omega^2\operatorname{sh}\frac{p_n T}{4}(2n+1)^2\left(\omega^2(2n+1)^2 - \omega_0^2 - 2i\delta\omega(2n+1)\right)} =$$

$$= \frac{8F_0}{m(T\omega)^2}\cdot\frac{\left(\omega^2(2n+1)^2 - \omega_0^2 + 2i\delta\omega(2n+1)\right)\left(\cos\omega(2n+1)t + i\sin\omega(2n+1)t\right)}{(2n+1)^2\left(\left(\omega^2(2n+1)^2 - \omega_0^2\right)^2 + 4(\delta\omega)^2(2n+1)^2\right)}\ .$$

Выделив в полученном соотношении действительную часть, после элементарных преобразований окончательно представим в следующем виде (с учетом равенства $T\omega = 2\pi$):

$$\operatorname{Re}\operatorname*{Res}_{p=p_n}\left(Y(p)e^{pt}\right) = \frac{2F_0}{m\pi^2}\cdot\frac{\cos\left(\omega(2n+1)t + \varphi_n\right)}{(2n+1)^2\sqrt{\left(\omega^2(2n+1)^2 - \omega_0^2\right)^2 + 4(\delta\omega)^2(2n+1)^2}}, \qquad (5)$$

где $\operatorname{tg}\varphi_n = \dfrac{2\delta\omega(2n+1)}{\omega^2(2n+1)^2 - \omega_0^2}$.

Разлагая гиперболический синус в ряд Маклорена, представим лаплас-образ $Y(p)$ в виде

$$Y(p) = \frac{2F_0}{mT}\cdot\frac{\frac{pT}{4}\left(1 + \frac{1}{3!}\left(\frac{pT}{4}\right)^2 + \mathrm{K}\right)}{p^2\operatorname{ch}\frac{pT}{4}\left(p^2 + 2\delta p + \omega_0^2\right)} = \frac{F_0}{2m}\cdot\frac{1 + \frac{1}{3!}\left(\frac{pT}{4}\right)^2 + \mathrm{K}}{p\operatorname{ch}\frac{pT}{4}\left(p^2 + 2\delta p + \omega_0^2\right)}.$$

Как видно из этого соотношения, точка $p = 0$ является полюсом 1-го порядка, поэтому получаем

$$\operatorname*{Res}_{p=0}\left(Y(p)e^{pt}\right) = \frac{F_0}{2m}\cdot\lim_{p\to 0}\left[p\frac{1 + \frac{1}{3!}\left(\frac{pT}{4}\right)^2 + \mathrm{K}}{p\operatorname{ch}\frac{pT}{4}\left(p^2 + 2\delta p + \omega_0^2\right)}\right] = \frac{F_0}{2m\omega_0^2}\ . \qquad (6)$$

Функция $B(p)$ имеет также два простых комплексно сопряженных нуля $p_1=-\delta+iv$, $\overline{p_1}=-\delta-iv$ ($v=\sqrt{\omega_0^2-\delta^2}$), являющихся корнями уравнения $p^2+2\delta p+\omega_0^2=0$.

Представив лаплас-образ $Y(p)$ в виде

$$Y(p)=\frac{2F_0}{mT}\cdot\frac{\operatorname{sh}\frac{pT}{4}}{p^2\operatorname{ch}\frac{pT}{4}(p-p_1)\left(p-\overline{p_1}\right)},$$

вычисляем вычет в простом полюсе $p=p_1$:

$$\operatorname*{Res}_{p=p_1}\left(Y(p)e^{pt}\right)=\frac{2F_0}{mT}\cdot\lim_{p\to p_1}\left[(p-p_1)\frac{\operatorname{sh}\frac{pT}{4}e^{p_1t}}{p^2\operatorname{ch}\frac{pT}{4}(p-p_1)\left(p-\overline{p_1}\right)}\right]=$$

$$\frac{2F_0}{mT}\cdot\frac{\operatorname{sh}\frac{p_1T}{4}e^{p_1t}}{(2iv)\,p_1^2\operatorname{ch}\frac{p_1T}{4}}=\frac{F_0}{mTv}\cdot\frac{\operatorname{sh}\frac{T(-\delta+iv)}{4}}{i\operatorname{ch}\frac{T(-\delta+iv)}{4}}\cdot\frac{e^{-\delta t}e^{ivt}}{(-\delta+iv)^2}. \tag{7}$$

Дробь с гиперболическими функциями после элементарных вычислений (в процессе вычислений используем равенства $\operatorname{ch}ix=\cos x$, $\operatorname{sh}ix=i\sin x$ и необходимые тождества для гиперболических функций) приводится к виду

$$\frac{\operatorname{sh}\frac{T(-\delta+iv)}{4}}{i\operatorname{ch}\frac{T(-\delta+iv)}{4}}=\frac{\sin\frac{vT}{2}+i\operatorname{sh}\frac{vT}{2}}{2\left(\cos^2\frac{vT}{4}+\operatorname{sh}^2\frac{T\delta}{4}\right)}.$$

Подставляя это соотношение в равенство (7), приводим его к виду:

$$\operatorname*{Res}_{p=p_1}\left(Y(p)e^{pt}\right)=\frac{F_0e^{-\delta t}}{mTv}\cdot\frac{\left(\sin\frac{vT}{2}+i\operatorname{sh}\frac{vT}{2}\right)(\delta^2-v^2+2iv\delta)e^{ivt}}{2((\delta^2-v^2)^2+4(v\delta)^2)\left(\cos^2\frac{vT}{4}+\operatorname{sh}^2\frac{T\delta}{4}\right)}.$$

Выделяем в полученном выражении действительную часть и окончательно получаем:

$$\operatorname{Re}\operatorname*{Res}_{p=p_1}\left(Y(p)e^{pt}\right)=\frac{F_0e^{-\delta t}}{mTv\omega_0^2}\cdot\frac{\sqrt{\sin^2\frac{vT}{2}+\operatorname{sh}^2\frac{T\delta}{2}}\cos(vt+\varphi_0)}{2\left(\cos^2\frac{vT}{4}+\operatorname{sh}^2\frac{T\delta}{4}\right)}=$$

$$=\frac{F_0 e^{-\delta t}}{mT\nu\omega_0^2}\cdot\frac{\sqrt{\sin^2\frac{\nu T}{2}+\text{sh}^2\frac{T\delta}{2}}\cos(\nu t+\varphi_0)}{\cos\frac{\nu T}{2}+\text{ch}\frac{T\delta}{2}},\ \text{где}\ \text{tg}\varphi_0=\frac{(\delta^2-\nu^2)\text{sh}\frac{T\delta}{2}+2\nu\delta\sin\frac{\nu T}{2}}{(\delta^2-\nu^2)\sin\frac{\nu T}{2}-2\nu\delta\,\text{sh}\frac{T\delta}{2}}.$$

Все полученные соотношения для вычетов (5), (6), (8) подставляем в формулу (2) и получаем решение задачи

$$y(t)=2\text{Re}\operatorname*{Res}_{p=p_1}\left(Y(p)e^{pt}\right)+\operatorname*{Res}_{p=0}\left(Y(p)e^{pt}\right)+\sum_{n=0}^{\infty}2\text{Re}\operatorname*{Res}_{p=p_n}\left(Y(p)e^{pt}\right)=$$

$$=\frac{2F_0}{mT\nu\omega_0^2}\cdot\frac{\sqrt{\sin^2\frac{\nu T}{2}+\text{sh}^2\frac{T\delta}{2}}e^{-\delta t}\cos(\nu t+\varphi_0)}{\cos\frac{\nu T}{2}+\text{ch}\frac{T\delta}{2}}+\frac{F_0}{2m\omega_0^2}+$$

$$+\frac{4F_0}{m\pi^2}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{\cos\left(\omega(2n+1)t+\varphi_n\right)}{(2n+1)^2\sqrt{\left(\omega^2(2n+1)^2-\omega_0^2\right)^2+4(\delta\omega)^2(2n+1)^2}}.$$

Первое слагаемое в полученном решении описывает собственные колебания системы, которые из-за экспоненциального множителя быстро затухают со временем. Поэтому в установившемся режиме колебаний (при $t\to+\infty$) осциллятор совершает вынужденные колебания под действием внешней силы.

Список литературы

1 *Голдстейн, Г.* Классическая механика / Г. Голдстейн. – М. : Наука, 1975. – 416 с.

2 *Ландау, Л. Д.* Механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Наука, 1988. – 216 с.

3 *Пчелин, Б. К.* Специальные разделы высшей математики. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление / Б. К. Пчелин. – М. : Высш. шк., 1973. – 464 с.

4 *Свешников, А. Г.* Теория функций комплексной переменной / А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов. – М. : Наука, 1974. – 320 с.

УДК 512.76.001.57

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ В БИОМЕХАНИКЕ СПОРТА В СФЕРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ

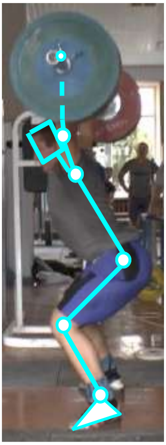
М. А. КИРКОР, А. Е. ПОКАТИЛОВ, А. М. ГАЛЬМАК, Ю. В. ВОРОНОВИЧ

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, г. Могилев

Во многих видах спорта движение спортсмена является пространственным. При этом сложилось несколько вариантов проведения исследования такого движения: при одном разрабатывают сложные методики изучения техники спортивного упражнения, привлекая различные технологии захвата движения, например, технологию компьютерного зрения или маркерные технологии [1] и пр. При другом варианте движением в одной из плоскостей пренебрегают. Его считают незначительным. Такая ситуация наблюдается, например, при изучении рывка штанги в тяжелой атлетике. На рисунке 1, *а* показан кадр видеосъемки рывка штанги в фазе подъема из подседа мастером спорта Республики Беларусь, курсантом института МВД г. Могилева. Видеосъемка проводилась одной видеокамерой.

На рисунке 1, *б* представлена схема *i*-го звена биомеханической системы (БМС) в прямоугольных декартовых и сферических координатах.

а)



б)

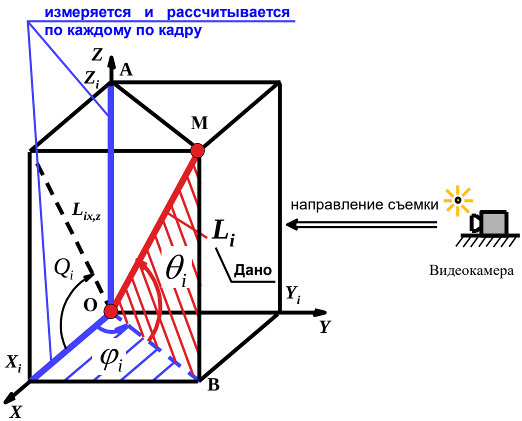


Рисунок 1 – Положения звеньев БМС в пространстве в проекции на сагиттальную плоскость: *а* – кадр видеосъемки; *б* – пространственные координаты звена

Ранее проведенные нами исследования показали значительное движение конечностей спортсмена во всех трех плоскостях: фронтальной, сагиттальной и горизонтальной. На рисунке 2, *б* показана фаза подседа при выполнении рывка. На рисунке 2, *а* и *в* показаны смещения локтевых суставов в % по отношению к длине соответствующего плеча.

По абсолютной величине смещение каждого локтя оказывается равным примерно 30 % с учетом перемещения в обе стороны от первоначального положения сустава в начальной фазе рывка.

Отметим, что после 35-го кадра, смещение локтевых суставов происходит преимущественно в одну сторону, влево. Это означает перемещение самой штанги вместе с локтевыми суставами в горизонтальной плоскости и в одном направлении, без изменения расстояния между локтями.

а) б) в)

Рисунок 2 – Рывок штанги. Перемещение локтевых суставов:
а – правый локоть; *б* – фаза подседа; *в* – левый локоть

Таким образом, анализ техники рывка показывает наличие движения звеньев биомеханической системы не только в сагиттальной плоскости, но также во фронтальной и в горизонтальной плоскостях. Данный факт приводит к значительной ошибке в биомеханическом анализе при видеосъемке движения только в сагиттальной плоскости, без расчета или видеофиксации движения звеньев во всех остальных направлениях.

Следующей проблемой является необходимость разработки структуры пространственного движения спортсмена [2]. Здесь необходимо учитывать, что при выполнении спортивных упражнений, движение БМС является сложнокоординированным.

Важны и критичны следующие два момента методики:

– выбор полюса БМС;

– выбор формы уравнений управляющих моментов в сферической системе координат.

По поводу полюса соображения следующие:

– полюсом необходимо выбирать конец стопы;

– перемещение полюса в абсолютной системе координат не учитывается, так как мышечные усилия, как внутренние силы, согласно закону сохранения количества движения, не влияют на перемещение тела.

По форме динамических уравнений анализ показывает следующее:

– все динамические уравнения должны записываться относительно суставов ближайших сопряженных звеньев;

– динамические уравнения записываются относительно движения в сферической системе координат.

Динамические уравнения пространственного движения более сложные, чем в случае плоского движения [3]. Имеем векторное уравнение

$$\overline{M}_{i,i-1} = \overline{M}_{\theta_i} + \overline{M}_{\varphi_i} + \overline{M}_{\alpha_i}. \quad (1)$$

По модулю величина управляющего момента в пространственном движении из уравнения (1) через проекции моментов

$$M_{i,i-1} = \sqrt{\left(M^{x}_{\theta_i} + M^{x}_{\varphi_i} + M^{x}_{\alpha_i}\right)^2 + \left(M^{y}_{\theta_i} + M^{y}_{\varphi_i} + M^{y}_{\alpha_i}\right)^2 + \left(M^{z}_{\theta_i} + M^{z}_{\varphi_i} + M^{z}_{\alpha_i}\right)^2}. \qquad (2)$$

Анализ выражения (2) показывает, что проекция момента на ось *OZ* есть аксиальный управляющий момент мышечной системы, и он равен

$$M_{\varphi_i} = M_{Z_{i,i-1}}. \qquad (3)$$

Полярный же управляющий момент проецируется на оси *OX* и *OY*

$$M_{\theta_i} = \frac{M_{X_{i,i-1}}}{\sin\varphi_i}. \qquad (4)$$

В развернутом виде для любого *i*-го звена БМС с учетом отсутствия ротации, а значит равенства $I^{(\alpha)}_{L_j} = 0$ и $\dot{\alpha}_j = 0$, окончательно запишем

$$M_{\theta_i} = -\frac{\sum\limits_{j=i}^{N}\left(I^{(\theta)}_j \ddot{\theta}_j \cos\varphi_j\right)}{\cos\varphi_i} + \sum_{k=1}^{N}\sum_{j=i}^{N}\left[B_{jk}\sin\theta_i\left(\ddot{\theta}_k \sin\theta_k + \dot{\theta}^2_k \cos\theta_k\right)\right] +$$

$$+\sum_{k=1}^{N}\sum_{j=i}^{N}\left[B_{jk}\frac{\cos\theta_i}{\cos\varphi_i}\left(\ddot{\theta}_k \cos\theta_k \cos\varphi_k - \dot{\theta}^2_k \sin\theta_k \cos\varphi_k -\right.\right.$$

$$\left.\left.-2\dot{\theta}_k\dot{\varphi}_k \cos\theta_k \sin\varphi_k - \ddot{\varphi}_k \sin\theta_k \sin\varphi_k - \dot{\varphi}^2_k \sin\theta_k \cos\varphi_k\right)\right] +$$

$$+g\,\frac{\sum\limits_{j=i}^{N} m_j S_j \sin\theta_j \cos\varphi_j}{\cos\varphi_i}. \qquad (5)$$

Здесь в уравнениях (3–5) параметры $I^{(\theta)}_j$ и B_{jk} характеризуют геометрию масс БМС. А углы θ_k, φ_k и их производные $\dot{\theta}_k$, $\dot{\varphi}_k$, $\ddot{\theta}_k$, $\ddot{\varphi}_k$ – это обобщенные координаты и соответствующие им скорости и ускорения.

Тогда имеем управляющий момент относительно оси *OZ*

$$M_{Z_{i,i-1}} = -\sum_{j=i}^{N}\left(I^{(f)}_j \ddot{\varphi}_j + I^{(\alpha)}_{L_j}\ddot{\alpha}_j \cos\theta_j\right) +$$

$$+\sum_{k=1}^{N}\sum_{j=i}^{N}\left[B_{jk}\sin\theta_i \sin\varphi_i\left(\ddot{\theta}_k \cos\theta_k \cos\varphi_k - \dot{\theta}^2_k \sin\theta_k \cos\varphi_k -\right.\right.$$

$$\left.\left.-2\dot{\theta}_k\dot{\varphi}_k \cos\theta_k \sin\varphi_k - \ddot{\varphi}_k \sin\theta_k \sin\varphi_k - \dot{\varphi}^2_k \sin\theta_k \cos\varphi_k\right)\right] +$$

$$+\sum_{k=1}^{N}\sum_{j=i}^{N}\Big[B_{jk}\sin\theta_i\cos\varphi_i\Big(\ddot{\theta}_k\cos\theta_k\sin\varphi_k-\dot{\theta}_k^2\sin\theta_k\sin\varphi_k+$$

$$+2\dot{\theta}_k\dot{\varphi}_k\cos\theta_k\cos\varphi_k+\ddot{\varphi}_k\sin\theta_k\cos\varphi_k-\dot{\varphi}_k^2\sin\theta_k\sin\varphi_k\Big)\Big]. \qquad (6)$$

Рассмотрим более общий, когда имеется управляющий момент ротации звена вокруг собственной оси (пронация/супинация звена). Имеем

$$M_{\varphi_i}=M_{Z_{i,i-1}}-\left(M_{X_{i,i-1}}+M_{Y_{i,i-1}}\right)\mathrm{ctg}\theta_i, \qquad (7)$$

$$M_{\alpha_i}=\frac{M_{X_{i,i-1}}+M_{Y_{i,i-1}}}{\sin\theta_i}, \qquad (8)$$

$$M_{\theta_i}=\frac{M_{X_{i,i-1}}\left(\cos\varphi_i-1\right)+M_{Y_{i,i-1}}\cos\varphi_i}{\sin\varphi_i}. \qquad (9)$$

Выражения (6)–(9) удобнее решать поэтапно.

Список литературы

1 *Бегун, П. И.* Моделирование в биомеханике : учеб. пособие / П. И. Бегун, П. Н. Афонин. – М. : Высш. шк., 2004. – 390 с.

2 Биомеханический анализ пространственного движения на кинематическом уровне / Ю. В. Воронович [и др.] // Актуальные проблемы огневой, тактико-специальной и профессионально-прикладной физической подготовки [Электронный ресурс] : сб. ст. Могилев. института МВД. – 2022. – С. 320–327.

3 Сравнительный анализ выходной мощности, развиваемой тяжелоатлетами различной спортивной квалификации в упражнении «рывок» / Ю. В. Воронович [и др.] // Веснік МДУ. – 2022. – № 2 (60). – С. 63–70.

УДК 811.111:004.98

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА БУДУЩИХ IT-СПЕЦИАЛИСТОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

О. А. КЛИМОВА, Ю. А. ТЫТЮХА
Институт информационных технологий
Белорусского государственного университета
информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Стратегическая задача развития современного высшего образования – обновление содержания и достижение нового качества его результатов. В Республике Беларусь происходят глубокие социально-экономические изменения, затрагивающие все сферы и отрасли деятельности человека. Современная высшая школа должна соответствовать уровню и темпам развития нашего общества, выполнять государственный заказ.

В связи с этим повысилось внимание к проблеме развития *познавательных интересов* у студентов, наличие которых является одним из главных условий успешного протекания учебного процесса и свидетельством его правильной организации.

Повышению *познавательного интереса* обучающихся способствует большое количество готовых, отобранных знаний, а также интеллектуальные, творческие задания, стимулирующие способности самостоятельно приобретать новые знания.

В обучении математике необходимость решения проблемы поиска путей и средств активизации познавательного интереса обучающихся, развития их творческих способностей, стимуляции умственной деятельности ощущается наиболее остро. Во многом этому способствуют *информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).*

Использование *ИКТ* в системе обучения реализуется, как правило, в двух форматах: *синхронно («on line»)* и *асинхронно*. К преимуществам данной инновационной практики следует отнести использование в образовательном процессе большего по сравнению с традиционным обучением числа коммуникационных инструментов (форумы, мультимедиа и пр.), а также возможность обучения «не выходя из дома», что сокращает время, затрачиваемое на территориальные перемещения. Кроме того, студенты могут в любое время пересматривать записи для повторения и закрепления материала [1].

В данной статье мы предлагаем фрагмент учебного занятия по теме *«Частные производные высших порядков»* с использованием инновационной практики *«виртуальный класс»*, соединившего в себе обучение двум учебным дисциплинам (математике и английскому языку). Студентам предлагается теоретический материал на английском языке и его закрепление посредством решения заданий с аргументацией действий на нем же. Математическое содержание для практических заданий мы брали из учебного пособия «Mathematics in problems and tasks». При этом преподаватель и студенты работают одновременно в одной виртуальной среде. Заранее назначаем время онлайн-трансляции лекции, а все студенты «посещают» вебинарную комнату. Тесты также открываются в определенное время, и студенты решают их одновременно.

Topic on the discussion: *“Partial derivatives of higher orders”* [2, с. 279–280].

The partial derivatives of the second order of the function $z = f(x, y)$ are called partial derivatives from its partial derivatives of the first order (if the second differentiation is possible):

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right); \qquad (1) \qquad\qquad \frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x} = \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right); \qquad (2)$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right); \qquad (3) \qquad\qquad \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right). \qquad (4)$$

Similarly the partial derivatives of the third, fourth, higher order are defined in particular:

$$\frac{\partial^3 z}{\partial x^3} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right), \quad \frac{\partial^3 z}{\partial y \partial x^2} = \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right).$$

In a similar the derivatives of the higher order functions of three or more variables are determined.

The partial derivative of the second order and higher one, found from different variables, is called the mixed partial derivative.

If mixed partial derivatives of the same order are continuous, then they do not depend on the differentiation sequence, for example:

$$\frac{\partial^3 z}{\partial x \partial y^2} = \frac{\partial^3 z}{\partial y \partial x \partial y} = \frac{\partial^3 z}{\partial y^2 \partial x}.$$

Finding mixed derivatives makes sense to choose the order of differentiation so that the calculation is the most rational.

After the explanation our students are going to start work out the evaluation.

Problem 1. Find the second-order partial derivatives of the function $z = x^y$ at the point $M_0(2,3)$.

Solution. Let's find the first-order partial derivatives:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = yx^{y-1}, \quad \frac{\partial z}{\partial y} = x^y \ln x.$$

Next, using the formulas (1), (2), (3), (4), we differentiate each obtained derivative with respect to the variable *x* and the variable *y*:

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x}\left(yx^{y-1}\right) = y\left(y-1\right)x^{y-2},$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x} = \frac{\partial}{\partial y}\left(yx^{y-1}\right) = x^{y-1} + yx^{y-1}\ln x = x^{y-1}(1 + y\ln x),$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = \frac{\partial}{\partial y}\left(x^y \ln x\right) = x^y \ln^2 x.$$

Let's find the values of partial derivatives at the point $M_0(2,3)$:

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}(2,3) = 3\big(3-1\big)2^{3-2} = 12,$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x}(2,3) = \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}(2,3) = 2^{3-1}(1+3\ln 2) = 4+12\ln 2,$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}(2,3) = 2^3 \ln^2 2 = 8\ln^2 2.$$

После выполнения данных заданий и проверки результатов мы предлагаем правильный вариант и просим перевести его на русский язык, на котором изучаются математические дисциплины.

Применение информационно-коммуникационных технологий позволяет преподавателям отказаться от свойственных традиционному обучению рутинных видов учебной деятельности и повысить познавательный интерес студентов, а затем получить квалификацию, соответствующую социальному заказу и требованиям, которые предъявляет государство к будущему квалифицированному специалисту.

Список литературы

1 Виртуальный класс как новый сценарий обучения в вузе в условиях пандемии [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnyy-klass-kak-novyy-stsenariy-obucheniya-v-vuze-v-usloviyah-pandemii: – Дата доступа : 09.01.2024.

2 Mathematics in problems and tasks = Математика в примерах и задачах : учеб. пособие / Л. И. Майсеня [и др.]. – Минск : Выш. шк., 2023. – 558 с.

УДК 519.1:656.25

ПЕРЕБОРНЫЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ КАРТ КАРНО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ К ДИСКРЕТНЫМ УСТРОЙСТВАМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Д. В. КОМНАТНЫЙ
Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Республика Беларусь

Задача построения минимальной дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ) булевой функции имеет важное практическое значение, так как на основании решения этой задачи осуществляется синтез схем дискретных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики [1].

В курсах дискретной математики, ориентированных на инженерные специальности [2], и в курсах прикладной теории дискретных устройств [1] для решения указанной задачи используется, помимо прочих, метод карт Карно. Как правило, в учебных целях рассматриваются карты Карно булевых функций не более чем четырех переменных. Для таких функций этот метод отличается простой формой записи и реализации, наглядностью, сравнительно легко усваивается. Но недостатком метода является его эмпирический характер. Результат решения задачи существенно зависти от опыта и наблюдательности пользователя.

В курсах дискретной математики для математических специальностей [3] предпочтение отдается геометрической постановке задачи минимизации булевых функций. В этом случае рассматриваются многомерные булевы кубы, задача решается в терминах покрытий граней многомерного куба. Использование многомерных объектов затрудняет получение решения, так как представить такие объекты на плоском чертеже достаточно сложно, тем более сложно увидеть требуемые покрытия.

В результате при освоении методов минимизации булевых функций студентами наглядные методы создают затруднения, связанные с малыми навыками применения таких методов у начинающих. Ситуация усугубляется нехваткой времени на получение требуемого опыта работы при проведении аудиторных учебных занятий.

Снизить или даже полностью исключить отмеченные затруднения позволяет алгоритмизация обработки карт Карно, которая может быть предложена на основании соображений, высказанных в [3] и [4].

В этих источниках указывается, что элементарная конъюнкция, которая может быть получена при записи ДНФ по карте Карно четырех булевых переменных, отвечает обобщенной грани четырехмерного булева куба: трехмерной грани (трехмерному кубу), двумерной грани, одномерной грани (ребру). В свою очередь, каждая клетка карты Карно взаимно однозначно соответствует вершине четырехмерного булева куба. Элементарная конъюнкция составляется из булевых координат области из двух, четырех и восьми клеток карты Карно, содержащих единицы. Следовательно, каждая такая область соответствует: кубу – область из восьми клеток, грани – область из четырех клеток, ребру – область из двух клеток. Из изображения четырехмерного куба (гиперкуба, полиедры), которое приведено в [4, 5], следует, что число кубов в гиперкубе всегда восемь, граней двадцать четыре, ребер тридцать два. Вершины кубов, входящие в эти обобщенные грани, заранее известны из чертежа карты Карно с выделенными вершинами гиперкуба и чертежа гиперкуба. Клетки карты Карно и вершины гиперкуба нумеруются стандартным образом [4]. Следовательно, обобщенные грани можно перечислить в таблице с указанием номеров клеток карты Карно, соответствующих вершинам, входящим в грань [4].

Таким образом, при обработке карты Карно достаточно последовательно проверить наличие сочетаний, заполненных единицами клеток карты, отвечающих кубам. Из не вошедших в кубы клеток проверяется наличие отвечающих граням сочетаний. Из оставшихся не включенными в кубы и грани клеток проверяется наличие сочетаний, отвечающих ребрам. При обнаружении какого-либо из указанных сочетаний клеток выписывается элементарная конъюнкция по известному правилу [1; 4].

В таком способе обработка карт Карно сводится к последовательному просмотру таблиц обобщенных граней и выбору областей, соответствующих граням на карте Карно. Такая операция значительно проще традиционного формирования областей из клеток карты, заполненных единицами (с учетом безразличных состояний). Она требует только внимательности. Тем более не требуется при решении новой задачи вновь вычерчивать булевы кубы. Незначительным отличием рассматриваемого способа от традиционного является формирование карты Карно с указанием клеток, отвечающих вершинам куба. Как уже отмечалось, такое соответствие стандартно [4]. Поэтому необходимость в такой карте не является значительным усложнением метода карт Карно.

Поэтому допустим вывод, что предлагаемый метод облегчает обработку карт Карно, особенно когда студенты сталкиваются с этой задачей впервые. Немаловажно и то, что легкость усвоения влечет за собой повышение числа успешно решающих задачи даже среди лиц со слабой математической подготовкой. Все это позволяет рекомендовать рассмотренный метод для использования в учебном процессе транспортного вуза.

Следует указать, что рассмотренный метод представляется подходящим для программной реализации на компьютере. В то время как стандартный метод карт Карно такой реализации поддается с чрезвычайными сложностями.

При реализации описанного метода может оказаться полезной запись булевых функций в цифровой форме по [4].

Список литературы

1 *Сапожников, В. В.* Теория дискретных устройств систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи / В. В. Сапожников, Вл. В. Сапожников, Д. В. Ефанов. – М. : УМЦ ЖДТ, 2016. – 339 с.

2 *Белоусов, А. И.* Дискретная математика / А. И. Белоусов, С. Б. Ткачев. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 744 с.

3 *Яблонский, С. В.* Введение в дискретную математику / С. В. Яблонский. – М. : Высш. шк., 2003. – 384 с.

4 *Савельев, А. Я.* Прикладная теория цифровых автоматов / А. Я. Савельев. – М. : Высш. шк., 1987. – 227 с.

5 *Альсина, К.* Многогранники / К. Альсина. – М. : Де Агостино, 2014. – 144 с.

УДК 378.147.022:004

КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАДАНИЙ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

А. В.КОНЬКОВА
Белорусский государственный университет, г. Минск

В. В. МАХНАЧ
Институт информационных технологий
Белорусского государственного университета
информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Использование информационных технологий в настоящее время стало неотъемлемой частью образовательного процесса в учреждениях образования. Системы электронного обучения (СЭО) предлагают достаточно представительный ряд возможностей по формированию процесса обучения, при этом в случаях дистанционной формы получения образования или образования для лиц с ограниченными возможностями их применение является просто необходимым.

Одной из наиболее востребованных образовательных платформ является MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Enviroment, модульная объектно-ориентированная динамическая среда), которая активно используется в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники.

Эффективность процесса обучения подразумевает проведение как периодических, так и итоговых аттестаций, цель которых – дать преподавателю максимально объективную картину усвоения знаний обучающимися.

Подготовка специалистов инженерного профиля определяет набор изучения дисциплин курсов физики и математики, а проведение аттестации, в свою очередь, подразумевает не только проверки теоретических знаний, но и умений практического решения задач. И если же при очной форме проведения аттестаций в виде аудиторных контрольных работ преподаватель может проследить весь ход решения задачи посредством проверки математических выкладок, то использование систем дистанционного контроля посредством СЭО, как правило, дает возможность только проверить правильность полученного ответа.

Тем не менее использование возможностей, заложенных в платформу MOODLE позволяет достаточно быстро, не привязываясь к месту и времени, получить определенный результат при проведении аттестаций и этот подход рассматривался в [1]. Степень же его достоверности в значительной мере определяется умением преподавателя составить само задание.

Для студентов заочной формы получения образования целесообразным является проведение контрольной работы в виде элемента «Тест», который формируется посредством набора заданий (физических задач), правильное решений которых оценивается соответствующим количеством баллов. Соответствие количества полученных баллов оценкам действующей шкалы определяется преподавателем. Выбор заданий (задач) для теста должен осуществляться таким образом, чтобы полученная оценка максимально соответствовала уровню знаний студента. С нашей точки зрения, представляется уместным адаптация ключевых моментов формирования заданий в психологии, изложенных в работе [2], к дисциплинам физико-математического профиля, с использованием несколько адаптированных под наши задачи теоретических разработок методики из области психологии.

Цель задания – включить в тест оптимальный набор заданий (задач) для определения усвоения студентом набора знаний в соответствие с рабочей программой изученной дисциплины.

Контингент испытуемых – набор задач уместно формировать с учетом формы получения образования, поскольку уровень подготовки студентов очной и заочной формы получения образования, несомненно, отличается.

Предметная направленность – контрольная работа итоговой аттестации предшествует проведению экзамена и поэтому должна включать задания, наиболее широко охватывающие весь перечень изученных тем. Однако преподавателю приходится расставлять приоритеты: нельзя все задания (задачи) по различным темам сделать «сложными», равно как и «простыми». Дифференциация уровня знаний студентов присутствует всегда. Возможное решение в этой ситуация – распределение степени сложности заданий относительно тем дисциплины: если задание темы «А» невысокой степени сложности, то для темы «Б» – средней трудности, а для темы «В» – высокой. Включить в проверочную контрольную работу задания различных уровней сложности для каждой из тем вряд ли представлятся возможным.

Определение количества заданий (задач) – подразумевает, что это количество ограничено и приходится соотносить его с распределением по сложности, о чем указано выше.

Определение формы ответов на задание (задачу) – настройки системы позволяют либо сравнить полученный ответ с набором из приведенных в задании (т. е. выбрать из имеющегося набора), либо ввести результат в численном виде. Однако в последнем случае обязательно следует указать правило ввода численного результата.

Расчет временных параметров – на выполнение контрольной работы в аудитории отводится два академических часа – «пара», соответственно, уместным является и выполнение тестового задания в такой же временной промежуток. Этот выбор накладывает соответствующие ограничения и на количество заданий, и на их степень сложности.

Разработка инструкций – подразумевает правила выполнения заданий, что может определяться параметром «метод навигации по тесту» – последовательный или свободный. Также очень существенно определить правило ввода численного ответа (вплоть до приведения примера) о чем упоминалось выше.

Оформление методики – непосредственное оформление тестового задания, как-то: количество заданий на странице, количество приведенных ответов в списке для выбора, другие настройки оформления.

Отметим в заключении, что формирование заданий как по физическим, так и математическим дисциплинам целиком определяется преподавателем, который читает лекции и проводит практические и лабораторные занятия по соответствующим курсам. За помощью в подборе заданий (задач) как таковых можно обратиться к работе [3]. Однако для формирования итогового теста при проведении промежуточной или итоговой аттестации уместным, с нашей точки зрения, будет использование приведенных теоретических подходов, используемых в психологии.

Список литературы

1 *Ермолицкий, А. А.* Использование системы электронного обучения для проведения текущей аттестации / А. А. Ермолицкий, В. В. Махнач // Научные и методические аспекты математической подготовки в университетах технического профиля : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 27 апреля 2023 г. / под ред.: Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 42–45.

2 *Конькова, О. В.* Конструирование и адаптация психодиагностических методик : учеб.-метод. пособие / О. В. Конькова. – Минск : БГУ, 2017. – 92 с.

3 *Лазарева, Е. Г.* Применение электронного ресурса на платформе MOODLE в курсе «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» / Е. Г. Лазарева, И. Г. Устинова [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа : https://viperson.ru/uploads/attachment/file/952170/3_Возможности_применения_электронного_рсурса_на_платформе_Moodle_elibrary_28103132_85928933_-_Copy_-_Copy.pdf. – Дата доступа : 16.03.2024.

УДК 656.222.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВАГОНОПОТОКОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

В. Г. КУЗНЕЦОВ, Е. А. ФЕДОРОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Железнодорожный транспорт является важнейшим средством доставки грузов, образованных на внутреннем и внешнем товарных рынках. Трансформация товара в грузопоток, вагонопоток и поездопоток, а затем пропуск потока по участках железнодорожной сети является сложной задачей при организации перевозок, т. к. эти процессы трансформации и пропуска транспортного потока осуществляются на железных дорогах, которые имеют сложную инфраструктуру с множеством взаимоувязанных технологией работы объектов и ограниченной пропускной способностью [1].

Организация процесса перемещения вагонопотока в грузовых поездах основана на применении методов оптимизации распределения транспортной работы в железнодорожной сети в условиях ограничения ресурсов и соблюдения норм времени доставки груза [2]. Решение таких задач требует знаний и математической подготовки специалистов в области технологии перевозочного процесса.

Учебный курс «Организация вагонопотоков и движения поездов» (ОВДП) является составной частью профильных дисциплин при подготовке по специальности «Технология транспортных процессов». Изучение дисциплины проводится через все виды учебной работы: лекции, практические и лабораторные занятия, курсовой проект.

Раздел «Система организации вагонопотоков» дисциплины ОВДП представляет теорию системной организации транспортных потоков в железнодорожной сети, включающую фундаментальные научно-методические решения:

– представление железнодорожной сети на основе положений теории графов и агрегации узлов трансформации вагонопотока;

– процессное моделирование образования и погашения грузопотоков на объектах сети на основе закономерностей структуры грузов, их транспортных характеристик, неравномерности образования корреспонденций грузопотока и распределения в сети;

– процессное моделирование образования и погашения вагонопотока на железнодорожных станциях сети, структуры вагонопотока по состоянию (груженый и порожний), роду подвижного состава, собственнику вагонов и принципов их использования;

– методы оценки вариантов организации вагонопотоков в специализированные грузовые поезда со станций массового образования вагонопотока и условий приоритетного пропуска в сети (отправительские маршруты, ускоренные грузовые маршруты, контейнерные поезда и т. п.);

– методы оценки вариантов организации немаршрутизированных вагонопотоков на основе использования аддитивных свойств на направлениях совместного следования множества струй вагонопотока;

– методы оценки вариантов организации порожних вагонопотоков с учетом их образования и погашения в железнодорожной сети и условий регулирования вагонов операторами подвижного состава;

– методы оценки вариантов организации вагонопотоков в районах местной работы, согласования развоза и вывоза вагонов к месту производства грузовых операций, оптимизации взаимодействия технических станций и станций прилегающих участков (узлов), взаимодействия станций выполнения грузовых операций и мест общего и необщего пользования;

– процесс поездообразования по назначениям плана формирования, включающий элементы моделирования составообразования и оптимизации использования поездных локомотивов, их мощности, технических ресурсов сортировочных и участковых станций;

– композиция объектов полигона сети для расчета плана формирования грузовых поездов на основе теории формирования источников (суперисточников) и условий трансформации транспортного потока на маршрутах их следования в сети;

– распределение сортировочной работы по переработке вагонопотока на железной дороге, включающее решение задач построения расчетной модели транспортного потока в сети, оценки загрузки устройств и подсистем станций, использования их ресурсов;

– способы оперативного управления и регулирования процессом формирования грузовых поездов на основе создания адаптивных моделей, имитирующих образование вагонопотока в сети исходя из заявленных перевозчиками корреспонденций, использования априорных и апостериорных моделей интеллектуального управления перевозочным процессом и др.

Вагонопоток (n_{pq}), который образуется на станциях выполнения грузовых операций (груженый и порожний), представляет собой корреспонденции, имеющие вектор перемещения в железнодорожной сети от станции отправления корреспонденции (p) до станции ее назначения (q), от станции выполнения одной грузовой операции до станции выполнения другой грузовой операции. Параметры корреспонденции вагонопотока (n_{pq}) в сети определяются перевозчиком и оператором подвижного состава [3, 4].

Трансформация корреспонденции вагонопотока в поездопоток определяется совокупностью технологических и технических условий. К основным условиям выбора оптимальной системы организации вагонопотока в поезда можно отнести: срок доставки $\left(T_{pq}^{\text{дост}}\right)$, который включает в том числе и время нахождения вагонов на технических станциях (до 40 % от общего времени перевозки), а также пропускная способность технических станций и участков на маршруте следования $\left(\left\{N_{pqj}^{\text{т.с.}}, N_{pqj}^{\text{уч}}\right\}\right)$, которая ограничивает объемы поездной работы – поток поездов, перерабатываемый на станции и пропускаемый на участке. Увеличение пропускных способностей требует значительных инвестиционных вложений.

Решением задачи организации вагонопотока является план формирования поездов, который устанавливается по каждой технической станции (j), участвующей в расчете, с указанием назначений и категорий поездов $\left(\left\{N_{pqj}\right\}\right)$, которые может формировать станция исходя их планового (расчетного) вагонопотока [4].

Сложностью решения задач в системе организации вагонопотока является большая размерность территориально распределенных объектов трансформации вагонопотоков (технических станций) [1, 2, 4]. На Белорусской железной дороге, например, 228 станций, выполняющих грузовые операции и около 25 технических станций, формирующих поезда во внутриреспубликанском сообщении. На железных дорогах стран СНГ и Балтии около 300 опорных сортировочных станций, которые формируют поезда в международном сообщении, в том числе следующих по Белорусской железной дороге.

В железнодорожной сети одновременно перемещаются множество грузовых отправок, которые в отдельных сечениях сети обладают свойством аддитивности и могут быть объединены для совместного следования в грузовых поездах на отдельной, совпадающей для объединяемых корреспонденций, части маршрута. Для разработки вариантов возможного объединения корреспонденций в струи вагонопотока железнодорожная сеть представляется в виде расчетных полигонов (направлений) с устойчивым характером транспортного потока и единой технологией эксплуатационной работы. Расчетный полигон может быть различной размерности в зависимости от потребностей решения задач плана формирования [2, 3].

При выборе варианта организации вагонопотока в грузовые поезда специалистам необходимо использовать математический аппарат, позволяющий решать две важные эксплуатационные задачи: первая – дифференцировать транспортный поток в железнодорожной сети по установленным признакам и агрегировать его по выбранным полигонам сети, вторая – распределить маневровую работу между техническими станциями железных дорог для переработки планового объема транспортного потока и обеспечить устойчивость их работы, минимизацию эксплуатационных затрат и соблюдение срока доставки груза и перемещения вагона.

Компетенции специалиста в области организации перевозок на железнодорожном транспорте должны быть достаточными для исследования различных сегментов товарного рынка, оценки заявок перевозчиков на перемещение груза и заявок операторов подвижного состава на перемещение вагонов в сети, определения закономерности изменения вагонопотока, статистических закономерностей элементов технологии переработки вагонопотока, определения технических возможностей и предельных состояний железнодорожных станций, обеспечивающих устойчивую эксплуатационную работу, проведения исследовательского эксперимента на основе имитационного моделирования работы технических станций, технико-экономического анализа его результатов [5]. Для исследования поездопотока и вагонопотока важно владеть детерминированными и стохастическими методами образования и распределения транспортного потока в сети, методами расчета функции затрат расчетных моделей освоения вагонопотока поездами различных категорий:

$$F_{\text{пф}} = \left[E_{\text{с.о.в.}} \left\{ \left(T_{pq}^{\text{дост}} \right), \left(N_{pqj}^{\text{т.с.}}, N_{pqj}^{\text{уч}} \right) \right\} + E_{\text{изд}} \left\{ T_{pqi}^{\text{дост}} \right\} \right].$$

На кафедре «Управление эксплуатационной работой и охрана труда» проводятся научно-методические разработки и их практическая реализация на Белорусской железной дороге в области организации вагонопотоков [3, 5]. Разработаны методические основы формирования автоматизированной системы организации вагонопотоков (АСОВ) и ее адаптация с прикладными задачами ИАСПУРГП, оперативного управления организацией вагонопотоками в рамках УСОГДП и ряд других.

Вывод. 1 Формирование компетенций по специальности «Технология транспортных процессов» требует наличия комплексных знаний исследования и структурирования транспортных потоков в сети.

2 Программа дисциплины ОВДП ориентирована на приобретение студентами способностей решать сложные задачи выбора способа организации вагонопотока в поезда на основе композиции расчетных полигонов, моделирования пропуска транспортного потока в сети, определения функции затрат по перемещению вагонопотока.

Список литературы

1 Управление эксплуатационной работой железных дорог : учеб. / П. С. Грунтов [и др.] ; под общ. ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 542 с.

2 *Буянова, В. К.* Система организации вагонопотоков : [монография] / В. К. Буянова, А. И. Сметанин, Е. В. Архангельский. – М. : Транспорт, 1989. – 223 с.

3 Методические рекомендации по организации вагонопотоков на Белорусской железной дороге. – Минск : Белорусская ж. д., 2013. – 316 с.

4 *Захаров, В. А.* Расчет плана формирования одногруппных поездов / В. А. Захаров. – Гомель : БелИИЖТ, 1989. – 40 с.

5 *Ерофеев, А. А.* Интеллектуальная система управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте: [монография] / А. А. Ерофеев. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 407 с.

УДК 514.742:37.018.43

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗЛОЖЕНИЯ ТЕМЫ «ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА» СТУДЕНТАМ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

М. В. ЛАМЧАНОВСКАЯ
Институт информационных технологий
Белорусского государственного университета
информатики и радиоэлектроники, г. Минск

На факультете компьютерных технологий Института информационных технологий БГУИР студенты получают высшее образование в заочной форме обучения, интегрированного со средним специальным образованием. Все они закончили колледж, большинство из них имеет квалификацию «техник-программист» и в процессе профессионального обучения в университете студенты получают квалификацию «инженер-программист», или «инженер-системотехник».

Курс «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» читается студентам ИИТ БГУИР на первом году обучения и играет существенную роль в реализации межпредметных связей при дальнейшем профессиональном обучении в университете. Полученные при изучении этой дисциплины знания применяются не только в математическом анализе, теории вероятности, численных методах, физике, но и в специальных дисциплинах. В соответствии с программой дисциплины «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» на её изучение отводится 16 аудиторных часов для заочной формы обучения. Из них 8 часов составляют лекционные занятия и 8 часов практические. Также студенты выполняют во время лабораторно-экзаменационной сессии одну контрольную работу (на одном из практических занятий). Согласно учебно-методической карте на изучение темы «Векторная алгебра» отводится одно лекционное и одно практическое занятие.

Следует отметить низкий уровень математической и общеобразовательной подготовки учащихся, поступающих в ИИТ БГУИР в настоящее время. Абитуриенты не готовят к сдаче математику, и, следовательно, не повторяют её, поскольку вступительный экзамен содержит в себе только узкопрофессиональные компоненты, такие как «Основы информационных технологий» или «Основы алгоритмизации и программирования» и «Охрана труда. Охрана окружающей среды и энергосбережение». Тема «Векторная алгебра» в объёме 12 часов входит в типовую учебную программу по учебной дисциплине «Математика» для учреждений образования, реализующих образовательные программы среднего специального образования. Несмотря на это, студенты в большинстве своём не владеют даже понятийным аппаратом данной темы и не могут употреблять научную терминологию. Таким образом, перед преподавателем стоит задача за столь ограниченное время, практически с нуля изложить раздел «векторная алгебра» используя интенсивные методы обучения. Прежде всего, необходимо разбить изучаемый материал на 2 части, одна из которых будет изложена на лекции, другая на практическом занятии. На лекции рассматривается определение свободного вектора, показывается его отличие от направленного отрезка (геометрического вектора), обращается внимание на то, что точка приложения любого вектора может быть выбрана произвольно. Далее даётся определение длины (модуля) вектора, коллинеарных, компланарных векторов, линейных операций над векторами, линейной комбинации векторов, угла между векторами, проекции вектора на ось. Далее рассматриваются примеры на нахождение суммы и разности векторов и умножение вектора на число.

Пример 1. По данным векторам $\bar{a}$ и $\bar{b}$ построить следующие их линейные комбинации: а) $-\bar{a}+2\bar{b}$; б) $3\bar{a}-2\bar{b}$.

Пример 2. Точки M и L являются серединами сторон параллелограмма $ABCD$. Выразить через векторы $\overline{AM}$ и $\overline{AL}$ векторы $\overline{AD}$ и $\overline{DC}$.

Следует отметить, что на лекции и на практическом занятии используется презентация в программе MS Power Point. На слайдах дублируются определения, формулировки теорем, свойства объектов, условия задач. Решение же задач, построение геометрических рисунков обязательно демонстрируется на доске, чтобы студенты видели весь процесс построения и решения. Обязательно указываем, какими свойствами обладают линейные операции над векторами, и приходим к определению линейного (или векторного) пространства. Ещё одно важное понятие, которое обязательно вводится для характеристики взаимного расположения векторов, – это линейная зависимость векторов, связь линейной зависимости и линейной комбинации векторов. Показываем, какие векторы являются линейно зависимыми и линейно независимыми на прямой, на плоскости и в пространстве, приводим доказательство с геометрическими рисунками. Затем приходим к понятию базиса и координат вектора в базисе. Далее рассматриваем прямоугольную декартовую систему координат и координаты вектора в ортонормированном базисе $\{\bar{i},\bar{j},\bar{k}\}$. Рассматриваем понятие радиус-вектора точки и обязательно демонстрируем, как выразить произвольный вектор $\overline{AB}$ через радиус-векторы $\overline{OA}$ и $\overline{OB}$ этих точек (это умение необходимо при изучении механики). Обращаем внимание студентов на то, что координаты точки совпадают с координатами радиус-вектора этой точки. Приводятся примеры аффинной (косоугольной) системы координат с ортогональным и неортогональным базисом. Решаем на доске пример о нахождении координат вектора, заданного в базисе $\{\bar{i},\bar{j},\bar{k}\}$, в произвольном базисе $\{\bar{e}_1,\bar{e}_2,\bar{e}_3\}$.

Пример 3. Проверить, что векторы $\bar{a}(3,1,2), \bar{b}(1,-2,-1), \bar{c}(4,2,1)$ образуют базис. Найти координаты вектора $\bar{d}(11,1,-1)$ в этом базисе.

Отметим, что понятие линейной комбинации векторов, линейной зависимости векторов, базиса используется далее при изучении линейных пространств, линейных операторов, матриц линейных операторов в заданных базисах.

Скалярное, векторное и смешанное произведения векторов рассматриваются на практическом занятии. Для большей наглядности и компактности изложения, а также для облегчения запоминания материала студентами предлагается таблица 1, содержащая: правила нахождения координат вектора, длины вектора, определение скалярного, векторного и смешанного произведений векторов, их свойств, геометрические и физические приложения и вычисление произведений в ортонормированном базисе. Далее преподаватель решает примеры на нахождение скалярного, векторного и смешанного произведения векторов. После нахождения векторного произведения двух векторов можно, используя условие перпендикулярности двух векторов, сделать проверку на правильность вычисления.

Таблица 1

<table>
<tr><td colspan="4">$A(x_A, y_A, z_A),\ B(x_B, y_B, z_B),\ \overline{AB}(x_B - x_A, y_B - y_A, z_B - z_A)$
$\bar{a} = (a_x, a_y, a_z), \bar{b} = (b_x, b_y, b_z), \bar{c} = (c_x, c_y, c_z)$
$|\bar{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$</td></tr>
<tr><td></td><td>Скалярное произведение</td><td>Векторное произведение</td><td>Смешанное произведение</td></tr>
<tr><td>Обозначение</td><td>$(\bar{a}, \bar{b})$ или $\bar{a} \cdot \bar{b}$</td><td>$[\bar{a}, \bar{b}]$ или $\bar{a} \times \bar{b}$</td><td>$(\bar{a}, \bar{b}, \bar{c})$ или $\bar{a}\bar{b}\bar{c}$</td></tr>
<tr><td>Определение</td><td>ЧИСЛО, равное $|\bar{a}||\bar{b}|\cos\varphi$, где φ – угол между векторами $|\bar{a}|$ и $|\bar{b}|$</td><td>ВЕКТОР $\bar{c}$, удовлетворяющий условиям
1) $\bar{c} \perp \bar{a}, \bar{c} \perp \bar{b}$;
2) $|\bar{c}| = |\bar{a}||\bar{b}|\sin\varphi$, где φ – угол между векторами $|\bar{a}|$ и $|\bar{b}|$;
3) $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ правая тройка векторов</td><td>ЧИСЛО, равное скалярному произведению векторного произведения $\bar{a} \times \bar{b}$ на вектор $\bar{c}$.
$\bar{a}\bar{b}\bar{c} = ([\bar{a}, \bar{b}], \bar{c})$</td></tr>
</table>

Окончание таблицы 1

Алгебраические свойства	$\left(\bar{a},\bar{b}\right)=\left(\bar{b},\bar{a}\right)$; $\bar{a}\cdot\left(\bar{b}+\bar{c}\right)=\bar{a}\cdot\bar{b}+\bar{a}\cdot\bar{c}$; $\left(\lambda\bar{a},\bar{b}\right)=\lambda\left(\bar{a},\bar{b}\right)$	$\left[\bar{a},\bar{b}\right]=-\left[\bar{b},\bar{a}\right]$; $\left[\bar{a},\bar{b}+\bar{c}\right]=\left[\bar{a},\bar{b}\right]+\left[\bar{a},\bar{c}\right]$; $\left[\lambda\bar{a},\bar{b}\right]=\lambda\left[\bar{a},\bar{b}\right]$	$\left(\bar{a},\bar{b},\bar{c}\right)=-\left(\bar{b},\bar{a},\bar{c}\right)$ $\left(\lambda\bar{a},\bar{b},\bar{c}\right)=\lambda\left(\bar{a},\bar{b},\bar{c}\right)$
Геометрические свойства	$\bar{a}\perp\bar{b}\Leftrightarrow\left(\bar{a},\bar{b}\right)=0$; $\left(\bar{a},\bar{b}\right)>0\Leftrightarrow\varphi-$ острый угол; $\left(\bar{a},\bar{b}\right)<0\Leftrightarrow\varphi-$ тупой угол	$\bar{a}\,\mathrm{P}\,\bar{b}\Leftrightarrow\left[\bar{a},\bar{b}\right]=\bar{0}$	$\bar{a},\bar{b},\bar{c}$ компланарны $\Leftrightarrow\left(\bar{a},\bar{b},\bar{c}\right)=0$; $\left(\bar{a},\bar{b},\bar{c}\right)>0\Rightarrow\bar{a},\bar{b},\bar{c}$ правая тройка векторов; $\left(\bar{a},\bar{b},\bar{c}\right)<0\Rightarrow\bar{a},\bar{b},\bar{c}$ левая тройка векторов
Приложения произведения векторов	Угол между векторами $\cos\varphi=\dfrac{\left(\bar{a},\bar{b}\right)}{\lvert\bar{a}\rvert\lvert\bar{b}\rvert}$; Проекция вектора $np_{\bar{a}}\bar{b}=\dfrac{\left(\bar{a},\bar{b}\right)}{\lvert\bar{a}\rvert}$	Площадь параллелограмма $S=\left\lvert\left[\bar{a},\bar{b}\right]\right\rvert$ Площадь треугольника $S=\dfrac{1}{2}\left\lvert\left[\bar{a},\bar{b}\right]\right\rvert$	Объём параллелепипеда $V=\left\lvert\left(\bar{a},\bar{b},\bar{c}\right)\right\rvert$ Объём треугольной пирамиды $V=\dfrac{1}{6}\left\lvert\left(\bar{a},\bar{b},\bar{c}\right)\right\rvert$
Физические приложения	Работа силы $\bar{F}$ при перемещении точки на вектор $\overline{AB}$. $A=\bar{F}\cdot\overline{AB}$	Момент силы $\bar{F}$ относительно начала координат, если точка её приложения A. $m_0\left(\bar{F}\right)=\overline{OA}\times\bar{F}$	
Координатная форма	$\left(\bar{a},\bar{b}\right)=$ $=a_xb_x+a_yb_y+a_zb_z$	$\left[\bar{a},\bar{b}\right]=\begin{vmatrix}\bar{i}&\bar{j}&\bar{k}\\a_x&a_y&a_z\\b_x&b_y&b_z\end{vmatrix}$	$\left(\bar{a},\bar{b},\bar{c}\right)=$ $=\begin{vmatrix}a_x&a_y&a_z\\b_x&b_y&b_z\\c_x&c_y&c_z\end{vmatrix}$

Далее студенты решают следующую задачу с помощью преподавателя. Даны точки $A(-2,-3,3), B(-5,-3,-1), C(2,-3,0), D(1,2,5)$. Определить внешний угол при вершине B и площадь треугольника ABC. Найти проекцию вектора $\overline{AB}$ на вектор $\overline{BC}$. Найти объём треугольной пирамиды $ABCD$.

УДК 378.016:51

СТРУКТУРНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ ПО МАТЕМАТИКЕ

Л. И. МАЙСЕНЯ, И. Ю. МАЦКЕВИЧ
Институт информационных технологий
Белорусского государственного университета
информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Ю. И. ВАРАКСА
Минский государственный лингвистический университет,
Республика Беларусь

Обмен опытом подготовки кадров с высшим образованием является признанной глобальной тенденцией. Такой вид образовательной деятельности происходит также и в Беларуси. Каждый год в белорусские университеты поступают иностранные студенты, однако не все они в достаточной степени владеют русским языком. Поэтому востребованным является обеспечение образовательного процесса необходимой учебной литературой на иностранном языке (и, в частности, на английском языке).

В Инструктивно-методическом письме Министерства образования Республики Беларусь «Об организации образовательного процесса в учреждениях высшего образования в 2023/2024 учебном году» [1] в качестве основных задач (среди прочих) названа реализация мероприятий Государственной программы «Образование и молодежная политика» на 2021–2025 годы: *повышение конкурентоспособности и привлекательности высшего образования в мировом образовательном пространстве*; *обеспечение роста экспорта услуг в области образования*. Далее подчеркивается важность научно-методического обеспечения на иностранном языке в зависимости от специальности обучения иностранного студента. Будучи официально включенным в выполнение названной выше Государственной программы (2023 этап), коллектив авторов из БГУИР: Л. И. Майсеня, М. В. Ламчановская, И. Ю. Мацкевич, Н. В. Михайлова (кафедра физико-математических дисциплин ИИТ БГУИР) и Т. А. Романчук (кафедра высшей математики БГУИР) – разработал учебное пособие на английском языке «Mathematics in problems and tasks» [2] с грифом Министерства образования Республики Беларусь для студентов учреждений высшего образования технических и экономических специальностей. Книга выпущена в издательстве «Вышэйшая школа». Остановимся на специфике данного издания. Проанализируем подходы к его разработке, структуру издания, языковые особенности, методику обучения с использованием данного учебного пособия.

Перед проектированием содержания учебного пособия авторы изучили учебные программы более 12 ведущих университетов Республики Беларусь технических и экономических специальностей. Затем были выделены все основные содержательные линии, общие для названных специальностей и образующие смысловое ядро учебных дисциплин «Математика», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Высшая математика». Что касается использования в БГУИР, то рассматриваемое издание обеспечивает обучение на английском языке по двум дисциплинам: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» в полном соответствии с учебными программами.

Следует отметить, что значительного опыта подготовки учебников и учебных пособий (с грифом Министерства образования Республики Беларусь) в нашей стране не имеется. К такой категории относятся издания [3], [4]. При этом издание [4] содержит только часть математического анализа. Кроме того, в некоторых университетах нашей страны изданы пособия с грифом УМО, например, [5]. Это означает, что коллектив авторов книги [2] не мог полностью опереться на традицию подготовки таких изданий. В связи с этим происходила актуальная работа по изучению подходов к разработке содержания таких изданий в Великобритании, Канаде и США – в странах с англоязычным обучением. Авторы ознакомились с классическими, много раз переизданными учебниками для инженерных специальностей в двух частях [6], [7], также были проанализированы современные издания [8–11] и др.

Структуру книги «Mathematics in problems and tasks» определили цели, поставленные авторами учебного пособия: дать значительное количество оригинальных задач, которые в достаточной степени отражали бы суть основных математических понятий; предоставить необходимую теоретическую информацию для их решения; дать решение основных типов задач по каждой теме; распределить набор предлагаемых к решению задач по уровням сложности.

Учебное пособие состоит из 14 разделов:

1 Gateways to mathematics.
2 Matrices and determinants. Systems of linear equations.
3 Vector algebra.
4 Analytic geometry.
5 Functions. Limit of sequence and function.
6 Differential calculus.
7 Functions of several variables.
8 Indefinite integral.
9 Definite integral. Improper integrals.
10 Differential equations.
11 Series.
12 Double integral.
13 Line integrals.
14 Linear spaces and linear operators.

Первый раздел «Введение в математику» белорусские авторы обычно называют «introduction to mathematics» (с логически «размытыми» рамками для математического содержания). В связи с этим мы назвали его со смысловым акцентом – «Gateways to mathematics».

Каждый раздел разбит на параграфы. Общее количество параграфов в книге – 72. Каждый параграф содержит теоретическую информацию по математике, включая определения, утверждения, теоремы, формулы и рисунки. Теория сопровождается типовыми примерами (что названо в структуре текста Sample problems) с детальными пояснениями их решения. Следует отметить, что структурная единица Sample problems употребляется в англоязычной литературе, например, в [12]. Для решенных примеров нами сознательно избрано слово *problem* вместо использованного в большинстве наших англоязычных изданий слова *example*. Во втором случае оно имеет более широкое значение, используется в различных дисциплинах (означает также *упражнение* и *пример*) и не предполагает решение как итог.

Предлагаемые далее задачи, которые предстоит решить студентам (Tasks for solving), разделены на три уровня по возрастанию сложности. Все задания сопровождаются ответами их решения (Task answers), что повышает эффективность самостоятельной работы студентов.

Для удобства навигации в издание введено шрифтовое выделение терминов: главное понятие выделяется полужирным курсивом, порожденное им понятие – курсивом. Буквенная разрядка используется для смыслового акцентирования. В качестве положительной особенности следует отметить указание глав в нижнем колонтитуле каждого разворота (на нечетных страницах), что облегчает читателю навигацию по изданию и ускоряет поиск нужного раздела.

Для придания тексту учебного пособия системной линии в орфографии, лексике и терминологии был избран классический британский вариант английского языка (вместо американского). Для отбора терминологии использовался словарь [13] и терминологические русско-английские и англо-русские справочники интернет-ресурса. Решению данной проблемы способствовало его рецензирование (третья рецензия) в Минском государственном лингвистическом университете и подготовка макета в специализированной редакции литературы на иностранных языках государственного издательства. Следуя избранной стратегии, авторский коллектив использует формы *centre, centres* (вместо *center, centers*); пишет глаголы в формах *analyse, organise* (вместо *analyze, organize*); сохраняет множественное число терминов латинского происхождения из языка-исходника – *radii, foci* (вместо допустимых *radiuses, focuses*); пишет латинские и греческие приставки через дефис (*non-zero, semi-axis*) и т. д.

Чтобы указать автора утверждения, повсеместно сохраняются притяжательные окончания: *Weierstras's theorem; L'Hopital's rule; Cramer's formulas; Fourier's series* и т. д.

В отдельных случаях (учитывая используемые часто) для основного термина в скобках приводится синоним. Например, *scalar product* (or *dot product*), *vector product* (or *cross product*), *triple product* (or *mixed product*).

Заметим, что буквальный перевод математического текста с русского варианта на английский невозможно сделать качественно. Здесь возникают не только лексические проблемы, но и терминологические. Приведем несколько доступных примеров. *Решение* в русском варианте имеет двоякое значение – это процесс и результат (в терминологии должно быть однозначно). В английском варианте эти понятия разнятся, как *solve* и *solution*, что принципиально значимо. В ранней русскоязычной математической терминологии производные для функции многих переменных назывались *частичными производными*. Однако сейчас повсеместно устоялось *частные производные*. Перевод на английский язык последнего термина подчеркивает свойство ч а с т н о й принадлежности – *private derivative*. На самом деле англоязычная терминология соответствует смыслу этих понятий (как «неполное» дифференцирование) – *partial derivatives*, что мы и используем. Следующим примером является устоявшийся в русской терминологии *несобственный интеграл* (как отрицание собственности). Поморфемный перевод этого словосочетания на английский язык дает нам *unowned integral*. Однако по смыслу этого интеграла подчеркивается, что ему не характерно свойство конечного промежутка интегрирования (как для определенного интеграла). Поэтому в английской терминологии – это *improper integral* (в нашем издании также). Дополнительно к теме статьи укажем, что перечисленные нюансы учтены при создании белорусской математической терминологии, в которой введено *развязанне* и *развязак*, *частковыя вытворныя*, *неўласцівы інтэграл* [14].

Обратимся к методике обучения при использовании данного учебного пособия. Традиционно введение в курс высшей математики начинается с теории множеств, что облегчает в дальнейшем изучение дискретной математики и теории вероятностей. Мы посчитали методически целесообразным в контексте концентрического завершения расширения понятия числа ввести в нем *множество комплексных чисел*. В продолжение изучения тригонометрии рассматриваются тригонометрическая и показательная формы комплексных чисел и действия над числами в этих формах.

При изучении многочленов предполагается сформировать знания теоремы Безу и умения делить многочлены «углом», использовать метод неопределенных коэффициентов, что важно в дальнейшем при изучении темы «Разложение рациональных дробей на сумму простейших» в процессе вычисления интегралов от рациональных функций.

Для формирования более широкого представления о функциональных зависимостях авторами были рассмотрены *явно*, *неявно*, *параметрически* и *полярно заданные функции*, предложены задачи на построение графиков соответствующих функций, причем намного раньше, чем изучается дифференцирование такого рода функций. Нами также учтено, что в круг актуальных вопросов, изучаемых в технических университетах, включены также *гиперболические функции* как профессионально значимые на некоторых специальностях.

В теории пределов нами принципиально предусмотрено два подхода: даны определения предела по Гейне и по Коши, что важно для формирования цельного представления, поскольку устанавливается контакт дискретной и непрерывной математики.

Распределением задач для решения по трем уровням сложности реализуется дифференцированный подход в обучении. Это важный методический аспект, поскольку студенты отличаются по обученности и обучаемости математике. В результате каждый студент может решать задачи доступного уровня сложности.

В заключение отметим, что реализован белорусский прецедент в подготовке англоязычной математической литературы для обучения студентов технических и экономических специальностей. Внедрение данного учебного пособия в практику обучения будет способствовать усвоению необходимых знаний теоретической части математики, формированию четкой картины логических связей между абстрактными понятиями, приобретению умений производить грамотные математические рассуждения и решать как фундаментальные, так и прикладные задачи. Книга будет способствовать активизации мыслительной деятельности студентов и повышению эффективности процесса обучения математике.

Список литературы

1 Инструктивно-методическое письмо Министерства образования Республики Беларусь «Об организации образовательного процесса в учреждениях высшего образования в 2023/2024 учебном году». – Режим доступа : https://edu.gov.by/sistema-obrazovaniya/glavnoe-upravlenie-professionalnogo-obrazovaniya/vysshee-obrazovanie/dlya-uchrezhdeniy-vysshego-obrazovaniya/instruktivno-metodicheskie-pisma/. – Дата доступа : 26.02.2024.

2 Mathematics in problems and tasks = Математика в примерах и задачах : учеб. пособие / Л. И. Майсеня [и др.]. – Минск : Выш. шк., 2023. – 558 с.

3 *Абрашина-Жадаева, Н. Г.* Векторный и тензорный анализ в примерах и задачах = Vector and Tensor Analysis through Examples and Exercises : учеб. пособие / Н. Г. Абрашина-Жадаева. – Минск : БГУ, 2019. – 250 с.

4 Математический анализ: теория, примеры и задачи = Mathematical Analysis: Theory, Examples and Problems : учеб. пособие / Н. Г. Абрашина-Жадаева [и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – 202 с.

5 *Кулаженко, Ю. И.* Неопределенный интеграл = Indefinite integral: учеб.-метод. пособие по курсу «Математика» / Ю. И. Кулаженко, А. Д. Суворова ; – Гомель : БелГУТ, 2017. – 52 с.

6 Advanced Mathematics for Technical Students. Part 1 / A. Geary [and etc.]. – London, New York, Toronto : Longmans, Green and Co, 1949. – 419 p.

7 *Lowry, H. V.* Advanced mathematics for technical students. Part 2 / H. V. Lowry, H. A. Hayden. – London, New York, Toronto: Longmans, Green and Co, 1949. – 422 p.
8 *Zakon, Elias.* Mathematical Analysis. Volume I / Zakon, Elias. – West Lafayette, Indiana, USA, 2004. – 365 p.
9 *Zakon, Elias.* Mathematical Analysis. Volume II / Zakon, Elias. – West Lafayette, Indiana, USA, 2011. – 435 p.
10 *Hartman, Gregory.* Fundamental Matrix Algebra / G. Hartman. – Virginia, USA, 2011. – 248 p.
11 *Trench, William F.* Elementary Differential Equations / William F. Trench. – Trinity University, 2013. – 605 p.
12 Gateways to Algebra and Geometry: an Integrated Approach / J. Benson [et al.]. – Illinois: McDougal, Littell and Company, 1993. – 704 p.
13 Англо-русский словарь математических терминов / ред. кол.: П. С. Александров [и др.]. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1962. – 309 с.
14 Матэматычная энцыклапедыя / гал. рэд. В. Бернік; рэдкал.: Э. Зявровіч [и др.]. – Мінск : Тэхналогія, 2001. – 496 с.

УДК 519.7+101.1

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ЗНАНИЕ И ЕГО ЭКСПЛИКАЦИЯ В ФИЛОСОФСКОЙ РЕФЛЕКСИИ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Н. В. МИХАЙЛОВА
Институт информационных технологий
Белорусского государственного университета
информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Традиционный подход к преподаванию математики, оправданный при подготовке профессиональных математиков, предполагает, что в процессе обучения профессионально-ориентированным проблемным задачам акцентируется внимание на математической аргументации поставленной задачи и методах поиска ее решения. С точки зрения применения математики в университетах технического профиля ее обязательным требованием является ориентированность курса математики на практику для всех форм обучения. При таком методическом подходе к философским проблемам технического образования математическое знание является базовой основой для последующего изучения профессиональных, общеобразовательных и специальных дисциплин. Заметим, что практическое применение содержательной математической теории, как правило, шире, чем решение той практической задачи, с которой эта теория первоначально была связана. Методологические достоинства математического познания проявляются в том, что математические методы дают точные ответы на поставленные вопросы, что позволяет оценить пользу полученного решения на основе того или иного практического критерия, который устанавливают сами инженеры, поскольку нужное им решение выбирают тоже они.

Хотя университетская математика вырабатывает у будущих инженеров интеллектуально значимые в профессиональной деятельности когнитивные знания и умения, в том числе умения формулировать и решать разнообразные задачи профессионального характера, некоторые разделы математического знания становятся проблемой понимания для студентов технического университета. Проблема понимания математического знания связана с рядом причин. Во-первых, изучая разделы высшей математики в техническом университете, студенты сталкиваются с высокой концентрацией новых абстрактных понятий и методов, о которых они не имели представления в школе. Во-вторых, результаты педагогической практики показывают, что в философии математического образования студентов технических специальностей недооценена роль рефлексивного мышления, помогающего студентам разобраться в своих личностных проблемах математического познания. Феномен философской рефлексии математического образования можно рассматривать в разных аспектах, но особый интерес в контексте обсуждаемой здесь темы представляет не личностный, а интеллектуально-рефлексивный аспект понимания математики. «Интеллектуальный аспект предполагает понимание рефлексии как умение субъекта выделять, анализировать и соотносить с предметной ситуацией собственные действия, что, по сути, позволяет отнести рефлексию к регулирующим механизмам мышления и к важнейшим интеллектуальным компетенциям. Это интегральное свойство имеет индивидуальную меру выраженности» [1, с. 260]. Сущность философской рефлексии в математическом образовании видится, например, не в полноте и математической завершенности доказательства, а, прежде всего, в последовательности, точности и убедительности изложения философско-методологических аргументов, поскольку дедуктивное мышление составляет лишь небольшую долю среди прочих видов познания.

Вполне возможно, что современная математика, выдвигающая новые стандарты строгости рассуждений, использующих абстрактные математические понятия, представляет с точки зрения будущих направлений математики альтернативный вариант математического доказательства. Отметим, что особое значение философская рефлексия математического познания приобретает при выяснении методологических особенностей математической абстракции и проблемы существования абстрактных объектов. Что касается «мира абстрактной математики», то он, как и прежде, редко открыт для непосредственного восприятия, поэтому его нельзя отождествить с «миром концептуальных идей» реальности. С одной стороны, с точки зрения методических аспектов математической подготовки в университетах технического профиля учебный курс фундаментальной математики оказывается в трудном положении, так как он является наиболее абстрактным из всех изучаемых в них наук. «С другой стороны, для большинства специальностей технических вузов математика не является профилирующей дисциплиной, и студенты, особенно на младших курсах, воспринимают ее как некую абстрактную дисциплину, изучение которой не влияет на уровень компетентности будущего инженера» [2, с. 27]. Если современная математика представляется студентам слишком абстрактной для них и далекой от технических приложений, то важно связать происхождение основных математических понятий с их практической необходимостью, что позволит увидеть прикладную направленность математики. Здесь речь идет не о всем необозримом корпусе математического знания, а только о его учебных дисциплинах. При этом многие даже не понимают, что именно благодаря своей высокой степени абстракции, точности и строгости математика является своеобразным фундаментом для теоретико-технического знания, оперирующего разными количественными знаниями.

В математике непосредственно взаимодействуют две когнитивные сферы: сфера творческой деятельности, открытий, содержательных приложений и сфера теоретической рефлексии математического познания, направленная на поиски логических отношений и аксиоматических представлений процессов абстрагирования. Методологическая значимость философской рефлексии проявляется, прежде всего, в том, что она настойчиво вопрошает об обоснованности математических решений, задаваемых в определенном формальном виде и позволяющих разрешать затруднения субъекта познания, в частности, студента технического университета, возникающие в проблемных ситуациях [3]. Но даже в математике для нематематиков не нужен методически не оправданный экстрим, когда, например, действительные числа для студентов-математиков строго определяются с помощью понятия «дедекиндовых сечений». Философско-методологическая компонента современного математического доказательства включает и такие сугубо «человеческие» характеристики, как обозримость, убедительность и понимание. У математического доказательства нет «точного» формального определения, поэтому интеллектуально важна роль субъективного элемента в его понимании и восприятии, как убедительного рассуждения для студентов технического университета, и многое зависит от методологических установок преподавателей-математиков.

Говоря о преподавании математики студентам в университетах технического профиля, нельзя не отметить существующее философско-методологическое противоречие между развитием теорий современной математики и методикой ее преподавания студентам-нематематикам. С учетом когнитивной общности современных математических теорий процесс их понимания опирается на выявление и реализацию конкретных объектов. Это обусловливает педагогическую задачу преподавателя математики в отыскании соответствующих доступных пониманию простых примеров с продуманной методикой необходимой строгости их аргументации и воспринимаемого объема математического доказательства. «Сегодня существует, по крайней мере, два направления обучения будущего инженера математике: формальное изложение учебного материала вне связи со специальностью, включающее небольшие общеизвестные приложения, и «практическое» изложение на примерах задач, востребованных профессией, с привлечением фрагментов необходимой теории» [4, с. 51]. При этом нельзя игнорировать онтологическое различие между эмпирическими и математическими объектами. Речь идет о том, что такая характерная особенность математики, как ее высокая степень абстрактности, отражается на сложности эмпирического подтверждения математического знания и выделяет его в наиболее трудные для изучения дисциплины, создавая у студентов инженерных специальностей неправильное представление об оторванности математики от практической деятельности человека.

Философская рефлексия открывает горизонт видения математического знания после прорывных работ профессиональных математиков, которые не являются результатом традиционных формально-логических следствий. Привычка иметь дело с точными и ясными изложениями математических теорий приводит иногда к своеобразному «математическому снобизму», отвергающему некорректные или неполно определенные понятия. Напомним, что предметом философской рефлексии математического образования студентов инженерных специальностей изначально является математическое познание и его методические границы знания и незнания. Но чтобы уметь отделять знание от незнания, надо научиться задавать отрефлексированные вопросы математического содержания после строгого обоснования преподавателем наиболее проблемной для понимания теоретической аргументации. «В современных условиях меняется не только технологический, но и весь уклад жизни, меняются и представления об инженерной деятельности, растут требования к этой профессии. Современный инженер – это профессионал высокого уровня, который не только обеспечивает работу сложнейшего оборудования, конструирует современную технику и машины, но и, по сути, формирует окружающую действительность» [5, с. 6]. В заключение подчеркнем, что, несмотря на естественные методологические трудности проблемного поля математического образования, методика преподавания высшей математики в техническом университете остается прерогативой преподавателей математики, воспитанных в традициях классического университета, невзирая на мнение преподавателей профилирующих кафедр.

Список литературы

1 *Киреева, Н. Н.* Принятие решений и рефлексия как проявление интеллектуальной компетенции студентов технических и гуманитарных специальностей / Н. Н. Киреева, Е.Е. Котова // Вестн. Санкт-Петербургского ун-та. Сер. 12, Социология. – 2010. – Вып. 2. – С. 258–265.

2 *Бова, Т. И.* О комплексе профессионально ориентированных задач как средстве повышения эффективности обучения математике в техническом вузе / Т. И. Бова, О. И. Кузьменко // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. – 2014. – № 2. – С. 27–32.

3 *Михайлова, Н. В.* Когнитивная рефлексия математического познания и ее экспликация в философии инженерного образования / Н. В. Михайлова // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. Е, Педагогические науки. – 2019. – № 15. – С. 92–96.

4 *Карпова, Е. В.* Роль формального и практического содержания математических дисциплин в формировании инженерного мышления студентов / Е. В. Карпова, Е. П. Матвеева // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 6. – С. 50–54.

5 *Сидняев, Н. И.* Механизмы совершенствования математического образования в техническом вузе / Н. И. Сидняев, С. К. Соболев // Alma mater. Вестник высшей школы. – 2015. – № 6. – С. 5–14.

УДК 51:378.1

СПЕЦКУРС ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В СТРУКТУРЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Т. А. РОМАНЧУК
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Сегодня перед системой технического образования стоит трудная задача подготовки не просто хорошего узкого специалиста, но разносторонне развитого профессионала, который был бы способен эффективно работать в высокотехнологичных и наукоемких отраслях промышленности, вносить свой собственный вклад в дальнейшее развитие науки и производства.

Несмотря на прикладной характер работы любого инженера, значительную роль в его подготовке играют фундаментальные науки и в первую очередь математика. Для успешной конкуренции на рынке труда выпускник технического университета должен владеть основными математическими методами и уметь их применять для решения технических задач, а также составлять математические модели, проводить расчеты, анализировать полученные результаты и делать соответствующие выводы и прогнозы. Стоит также отметить, что современные требования к инженерному образованию определяют и изменения в содержании университетского курса математики.

Переход в учреждениях высшего образования на четырехлетний срок обучения, к сожалению, привел и к сокращению часов, отведенных на изучение высшей математики, несмотря на то, что в техническом университете она является одной из ключевых дисциплин. В свою очередь, это приводит к разработке новых учебных планов и программ, изменяются подходы к содержанию курса, а также методам, средствам и формам обучения. Однако изменения, происходящие в структуре курса математики, нельзя объяснить только сокращением сроков обучения. Немаловажную роль в этом процессе играет и стремительное развитие компьютерных технологий, в частности компьютерного моделирования. Таким образом, главная задача при обучении математике – дать студенту профессионально ориентированные математические знания, научить его применять соответствующий математический аппарат на практике, при изучении специальных дисциплин.

Общий курс математики, который в нашем университете разделен на две дисциплины «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» и «Математический анализ», безусловно, является основой математического образования будущего инженера. Однако следует отметить, что требования к математическим знаниям студентов различных инженерных специальностей имеют свои особенности и отличия. Таким образом, в нашем учебном процессе несколько лет назад появились спецкурсы по математике, содержание которых определяет соответствующая «выпускающая» кафедра с учетом своей специальности. Курс, который читает автор, называется «Специальные математические методы и функции» и включает в себя такие разделы, как «Линейная алгебра», «Элементы функционального анализа», «Теория рядов Фурье», «Уравнения математической физики», «Эйлеровы интегралы», а также «Элементы вариационного и операционного исчислений».

При чтении вышеупомянутого спецкурса пришлось столкнуться с некоторыми сложностями. Во-первых, основного курса математики недостаточно для успешного усвоения соответствующего учебного материала. К сожалению, при сокращении часов из учебной программы пропали такие темы, как «Функциональные ряды», их «Равномерная сходимость» и операции над равномерно сходящимися рядами, также не изучается теория функций комплексной переменной, знание которой необходимо студентам при изучении, например, операционного исчисления; также при рассмотрении основной задачи вариационного исчисления ощущается нехватка часов на изучение дифференциальных уравнений. Во-вторых, к первому семестру второго курса (когда в учебной программе и появляется спецкурс) студенты мало знакомы с техническими дисциплинами, а ведь для успешного понимания и изучения спецкурса студент должен иметь достаточно хорошую подготовку и по другим дисциплинам. Ведь хочется не только изложить математическую теорию, но и (хотя бы поверхностно) показать ее прикладные возможности, а если при этом преподавателю не на что опереться, то либо эта составляющая пропускается, либо на нее тратится неоправданно много времени. К тому же студенты не умеют «видеть» область прикладного применения получаемых знаний, не умея собрать воедино знания по разным учебным предметам. Хотелось бы также отметить, что при рассмотрении прикладных задач нужно ориентировать студента не просто на их правильное решение, а на поиск оптимального или более рационального решения, что, в свою очередь, будет способствовать развитию у него не только логического, но и творческого нестандартного мышления.

К сожалению, количества часов, предусмотренных учебной программой, для данного спецкурса недостаточно, поэтому немаловажную роль играет самостоятельная работа студентов. Невозможно за четыре лекционных часа изложить (пусть и кратко) материал по рядам Фурье, включая случай 2π-, $2l$- и непериодических функций, комплексную форму ряда Фурье и интеграл Фурье. В качестве помощи студенту предлагаются материалы, размещенные в СЭО (системе электронного обучения) БГУИР, которые включают как теоретические разделы, так и практическую часть. Теоретические материалы представляют собой более подробный и дополненный вариант того, что читается на лекции. Практическая часть содержит как подробно разобранные типовые примеры, так и задачи для самостоятельного решения, приведенные с ответами, что позволяет студенту отработать и закрепить полученные на занятиях знания. Однако, как показывает опыт, далеко не все студенты готовы к самостоятельной работе, требующей немало времени, труда и терпения. Поэтому, к сожалению, происходит достаточно поверхностное усвоение (а для большинства студентов – просто ознакомление) очень сложных математических понятий.

Что касается текущего контроля знаний, то ввиду небольшого количества тем, по которым необходимо его проводить (в течение семестра у нас четыре «контрольных» точки), то возможно целесообразным является включение в каждую последующую контрольную работу заданий из предыдущих тем, по которым контрольная работа была написана ранее. Таким образом, у студента будет происходить неоднократное повторение пройденного и «сданного» материала, что, несомненно, станет большим подспорьем при подготовке к экзамену.

Также нельзя не сказать о трудностях при «выдаче» студентам типового расчета, предусмотренного учебной программой дисциплины. Так как спецкурс составлен из тем, входящих в абсолютно разные разделы математики, то найти подходящий сборник задач просто невозможно, поэтому приходится выбирать задания из «специализированных» задачников, например, «Тригонометрические ряды» или «Уравнения математической физики», которые, к сожалению, нам также не очень подходят, поскольку уровень предлагаемых в них задач не соответствует нашему краткому теоретическому курсу, а требует достаточно основательных и глубоких знаний по предмету. Составление и последующее внедрение в учебный процесс собственных разработок заданий для типового расчета требуют от преподавателя значительных временных затрат, так как необходимо не только грамотно подобрать типы задач, которые необходимо включить, но и составить и прорешать тридцать типовых задач по каждой из тем. Такую работу, безусловно, лучше выполнять небольшим коллективом авторов (лекторов или ассистентов, преподающих данный спецкурс).

В заключение отмечу, что математика играет системообразующую роль в структуре технического образования, оказывая большое влияние и на качество усвоения других дисциплин. Благодаря математике студент развивает и получает не только профессиональные знания и навыки, но и важные умственные способности, такие как аналитическое и критическое мышление, способность к прогнозированию, умение концентрироваться, а также улучшает память.

Научно-практическое издание

Научные и методические аспекты
математической подготовки
в университетах технического профиля

Материалы VI Международной
научно-практической конференции
(Гомель, 18 апреля 2024 г.)

Издается в авторской редакции

Технический редактор *В. Н. Кучерова*
Корректор *Т. Л. Федькова*

Подписано в печать 15.04.2024 г. Формат 60×84 1/16
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 7,21. Уч.-изд. л. 7,24. Тираж 40 экз.
Зак № 757. Изд № 13.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель.