

**ФОРМЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ СВЯЗЕЙ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ
СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

канд. пед. наук, доц. А. П. МАТЕЛЕНОК¹
ORCID <https://orcid.org/0009-0003-5191-5366>

канд. пед. наук, доц. В. С. ВАКУЛЬЧИК¹
ORCID <https://orcid.org/0009-0006-6264-9528>

д-р пед. наук, доц. Ю. Ю. ГАВРОНСКАЯ²
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4813-3235>

канд. техн. наук, доц. Е. В. САФРОНОВА¹
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9033-7883>

¹*(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой),*
²*(Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена,*
Санкт-Петербург)

Представлены разработка и проектирование формы и методических приемов применения междисциплинарных связей в обучении математике студентов технических специальностей. Проведена конкретизация выделенных методических приемов (обучение математическому моделированию; реализация междисциплинарных связей при обращении к ранее изученному в курсе других дисциплин или сообщении учебного материала смежной дисциплины пропедевтически; реализация междисциплинарных проектов (курсовых, дипломных, научно-исследовательских работ)) с использованием профессионально ориентированных задач.

Ключевые слова: *междисциплинарные связи, интегрированный модуль, междисциплинарные проекты.*

Введение. Необходимым условием качественной подготовки специалистов технического профиля является фундаментальное математическое образование, которое должно иметь четко выраженную профессиональную направленность. Значит, в обучении студентов технических специальностей можно выделить две составляющие. С одной стороны, фундаментальность математической подготовки предполагает достаточную общность и универсальность математических понятий и формул, которые обеспечивают широкие возможности их применимости, а также логическую строгость изложения математики. Фундаментальная сторона математической подготовки будущего инженера позволяет им усвоить сущность методов научного подхода, овладеть приемами, способами исследования и решения математических формализованных задач аналитическими и численными методами, выработать умение анализировать полученные результаты.

С другой – математическая подготовка студентов технических специальностей должна иметь также профессиональную направленность. Именно она обеспечивает формирование у них такого уровня инженерного мышления, который может позволить будущему специалисту применять математический аппарат не только при изучении предметов общепрофессионального и специального циклов, но и при решении профессиональных задач.

Следует отметить, что ограниченность аудиторных часов, отведенных на изучение ключевых для технических специальностей разделов математики, требует особого дидактического подхода, особых форм, средств и методов к организации познавательной деятельности студентов, поскольку опыт математического моделирования является базовой основой использования его при выборе экономически выгодных решений задач при изучении естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, а в будущем и в непосредственной практической деятельности. При этом важно сформировать у всех студентов технических специальностей базовый уровень владения математическим аппаратом и помочь им в овладении математическим моделированием, необходимым для изучения других дисциплин, в курсовом и дипломном проектировании.

Указанный факт детерминирует в обучении на технических специальностях выявление и учет междисциплинарных связей математики с физикой, физической химией, инженерной экологией, механикой жидкости и газа и др. Он обуславливает проектирование в обучении математике системы задач профессионально ориентированного содержания. Именно математический аппарат является основой для моделирования профессионально ориентированных задач, их решение является яркой демонстрацией важности математического аппарата для его изучения на технических специальностях. Поэтому для достижения нового качества в инженерном образовании потенциально успешными являются исследования, связанные с реализацией междисциплинарных связей высшей математики и дисциплин естественнонаучного, общепрофессионального и специального циклов.

Анализ научно-методической литературы показал, что понятие междисциплинарные связи сложное и неоднозначное. Существует несколько подходов для его определения. Первый подход представлен в работах В. Давыдова, А. В. Дадоновой, А. П. Сняжкова [1; 2]. В своих исследованиях они подчеркивают, что под влиянием

междисциплинарных связей у обучаемых «складывается новый способ мышления, умение видеть общее в частном и частное анализировать с позиций общего. Формирование умений комплексного использования знаний, выработка рациональных путей решения сложных задач, исключая эклектичность и их узко эмпирическую направленность, достигается с опорой на межпредметные связи» [2].

Второй поход – это исследование междисциплинарных связей как педагогической категории. Сторонниками этой идеи выступают такие ученые, как Н. В. Бровка, И. А. Новик, И. Д. Зверев: «междисциплинарные связи – это педагогическая категория, обозначающая синтезирующие отношения и связи между объектами, понятиями и положениями, изучаемыми разными науками, отражающая явления и процессы реальной действительности, находящая свое выражение в содержании, формах и методах учебно-воспитательного процесса и выполняющая образовательную, развивающую и воспитывающую функции в их органическом единстве» [3, с. 33].

В своей монографии Д. А. Новиков приводит следующее определение: «Междисциплинарные связи – это взаимная согласованность учебных программ, обусловленная содержанием наук и дидактическими целями. Междисциплинарные связи имеют особое значение при комплексной системе обучения, при которой для образования комплексных тем выделяются связанные с ними элементы (темы, разделы, факты, понятия, законы) из различных отраслей знания. Междисциплинарные связи могут проследиваться по времени как сопутствующие, предшествующие, последующие, перспективные, повторяющиеся. Направленность на путь переноса знаний, умений и навыков определяет их роль как обеспечивающих или обеспечиваемых, прямых или опосредованных. По своему характеру связи могут быть логическими, философскими, гносеологическими, семиотическими» [4, с. 147]. При этом они дают возможность выделить основные компоненты содержания образования, рассчитать формирование системообразующих идей, определений, возможность обобщенного использования знаний из разных предметов в деятельности обучающихся [5, с. 53]. Вместе с тем в настоящее время потенциал междисциплинарных связей реализуется не в полной мере.

В исследованиях С. И. Дяченко, А. В. Бодровой выделены следующие недостатки в применении междисциплинарных связей:

- слабая подготовка преподавателей к проведению занятий с использованием междисциплинарных связей;
- неполная методическая база (недостаток учебников, задачников с междисциплинарным содержанием);
- несоответствие по времени изучения материала разных учебных дисциплин, различная трактовка одних и тех же понятий и определений в разных дисциплинах;
- неэффективность одностороннего использования междисциплинарных связей, когда преподаватель одного предмета пытается на своих уроках реализовать междисциплинарные связи, но знания, полученные студентами, не используются при изучении других дисциплин [6].

В работах В. Г. Скатецкого приведен следующий ряд причин:

- неоправданная формализация математических знаний;
- рецептурный характер во многих случаях усвоения математического материала;
- слабые навыки в использовании математического аппарата преподавателями специальных дисциплин;
- недостаточные знания специальных дисциплин у преподавателей высшей математики [7].

Таким образом, в настоящее время существует противоречие между потенциалом реализации междисциплинарных связей при преподавании дисциплины «Высшая математика» и дисциплин естественнонаучного, общепрофессионального и специального циклов и наличием ряда указанных причин, которые не позволяют заполнить интеграцию связей между различными элементами взаимосвязанных по содержанию учебных дисциплин с целью объединения их в один смысловой модуль с последующим использованием этого модуля в процессе обучения.

Основная часть. В наших исследованиях [8; 9; 10; 11] выделена одна из возможных методических форм решения названной проблемы – «Интегрированный модуль». Здесь представлена методика его создания и реализации в рамках полипарадигмального подхода и междисциплинарной интеграции на примере специальности «Химическая технология переработки природных энергоносителей и углеродных материалов» Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой.

Далее рассмотрим методические приемы применения междисциплинарных связей при обучении математике и дисциплинам общепрофессионального и специального циклов.

1. Обучение математическому моделированию.

В учебно-методическом комплексе [9], разработанном для технических специальностей, спроектирован специальный элемент «Фонд профессионально ориентированных заданий» с целью стимулирования и мотивации студентов к расширению математических знаний, формирования у них умений и навыков математического моделирования. Приведем пример отдельных из задач, представленных в фонде.

Задача 1. В цилиндрическом резервуаре хранится бензин (А95). Паровое пространство над бензином имеет объем $V_0 = 250 \text{ м}^3$; оно сообщается с внешней атмосферой с помощью трубы. Максимальная и минимальная суточные температуры составляют $37,8^\circ$ и 10° . Барометрическое давление – 760 мм рт. ст. Требуется оценить максимально возможные потери бензина в сутки.

Задача 2. В помещении цеха по обжигу железного колчедана вместимостью $10\ 800\ \text{м}^3$ воздух содержит $0,0003\%$ сернистого газа. Вентиляторы доставляют свежий воздух, содержащий $0,0001\%$ сернистого газа в количестве $1500\ \text{м}^3/\text{мин}$. Предполагая, что концентрация сернистого газа во всех частях помещения в каждый момент времени одна и та же, найти содержание сернистой кислоты через 30 мин после начала работы вентиляторов.

2. *Реализация междисциплинарных связей при обращении к ранее изученному в курсе других дисциплин или сообщение учебного материала смежной дисциплины пропедевтически. Сюда относятся справочные данные и необходимые для решения задачи формулы.*

В учебной программе по информатике запланировано изучение таких систем компьютерной алгебры, как Mathcad, Matlab, Maple пропедевтически. Преподаватель информатики представляет элементы таких тем, как «Неопределенный интеграл», «Определенный интеграл» пропедевтически и знакомит их с решениями заданий из названных разделов с помощью систем компьютерной алгебры. В курсе «Высшей математики» важно продолжить работу студентов в этих программах не только во время изучения названных тем, но и при изучении других дисциплин. В свою очередь на лекциях по высшей математике при изучении модуля «Элементы линейной алгебры» преподаватель показывает вычисление определителей, обратных матриц, решение систем линейных уравнений в программе Excel, хотя этот модуль в дисциплине «Информатика» еще не изучался, но отдельные элементы работы в программе Excel студенты проходили в школе. Как показывает опыт, изучение этого указанного программного обеспечения, а также пропедевтическое введение понятий из математического анализа заметно усиливает позиции высшей математики и информатики при изучении этих разделов в соответствующее время.

Рассмотрим пример лабораторной работы по дисциплине «Численные методы». Важно подчеркнуть, что некоторые из лабораторных работ разработаны нами совместно с преподавателями кафедры технологии и оборудования переработки нефти и газа.

Тема лабораторной работы «Численные методы вычисления определенных интегралов»

В абсорбционном аппарате аммиак поглощается водой из газа под атмосферным давлением. Начальное содержание аммиака $0,03$ кмоль/кмоль инертного газа. Степень извлечения 90% . Вода, выходящая из абсорбера, содержит аммиака $0,02$ кмоль/кмоль воды. Путем отвода теплоты в абсорбционном аппарате поддерживается постоянная температура. Данные о равновесных концентрациях аммиака в жидкости и газе при температуре поглощения приведены в таблице.

X , кмоль аммиака/кмоль воды	Y^* , кмоль аммиака/инертного газа	X , кмоль аммиака/кмоль воды	Y^* , кмоль аммиака/инертного газа
0	0	0,015	0,0183
0,005	0,0045	0,020	0,0273
0,010	0,0102	0,023	0,0327
0,0125	0,0138		

Определить требуемое число единиц переноса n_{0y} : 1) графическим построением; 2) методом интегрирования (метод трапеций/ метод Симпсона).

Представленная лабораторная работа практически полностью соответствует циклу задач, которые решаются студентами при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ)», одной из наиболее сложных дисциплин специального цикла. Данная лабораторная работа вводится пропедевтически с полными выкладками и пояснениями преподавателя, внимание студентов концентрируется на составлении математической модели задачи, ее решении с помощью численных методов, вычислительных моментах. Выполнение лабораторной работы происходит в программе Excel и Mathcad. При этом междисциплинарность работы неоднократно подчеркивается во время объяснения и даются рекомендации: сохранить файлы с ее реализацией до следующего семестра, когда будет изучаться ПАХТ. Поэтому в четвертом семестре студенты при изучении темы «Основы массопередачи. Абсорбция» узнают задачи и успешно их решают, используя полученные ранее представления, заостряя внимание на теоретических пояснениях, химическом содержании уже имеющихся результатов, экономия время на вычислениях.

3. *Реализация междисциплинарных проектов (курсовых, дипломных, научно-исследовательских работ).*

Каждый год студенты указанной специальности участвуют в студенческой конференции и республиканском конкурсе научно-исследовательских студенческих работ. Тематика научных исследований обучаемых чаще всего соответствует направлениям научно-исследовательских работ профессорско-преподавательского состава кафедр. Однако в случае реализации междисциплинарного проекта задания профессионально ориентированного характера, предлагаемые студентам преподавателями математики, предварительно согласовываются с выпускающей кафедрой. Если студент или малая группа студентов проявляет заинтересованность в более углубленном изучении некоторой задачи или проекта, то появляется возможность для вовлечения студентов в научно-исследовательскую работу. Подчеркнем, что важно поддерживать стремление студентов участвовать в исследованиях,

поэтому всегда акцентируем их внимание не только на получении нового знания в результате реализации проекта, но и на внедрении разработки, участии и победе в конкурсе научных работ, получении гранта. Это способствует сохранению мотивации к активной самостоятельной познавательности у студентов на протяжении всего учебного процесса.

При этом, следует отметить, что важным педагогическим условием реализации междисциплинарных связей или проектов является внутрикафедральное и межкафедральное сотрудничество преподавателей различных кафедр: взаимное консультирование, согласование учебно-методической документации, желание вести совместные научные исследования и практико-ориентированные разработки. Взаимодействуя друг с другом, преподаватели показывают студентам пример эффективной работы в команде при решении сложных задач, а также открывают для себя не только новые дисциплины, но и новые свои возможности.

Рассмотрим одну из научных работ студентов указанной специальности, которая была впервые представлена на ЛП студенческой научной конференции Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой, «Применение сорбентов при ликвидации разливов нефтепродуктов: анализ свойств сорбентов и построение математической модели». Это совместный междисциплинарный проект двух кафедр: кафедры математики и компьютерной безопасности и кафедры технологии и оборудования переработки нефти и газа. Выпускающая кафедра подготовила и проводила эксперимент по применению сорбентов при разливе нефтепродуктов, а с математиками студенты исследовали полученные данные с помощью методов численного анализа и выполнили построение математической модели.

В рамках этого проекта студенты первого курса второго семестра познакомились с обобщенным законом Дарси, описывающим фильтрацию жидкости сквозь пористую среду, зависимостью Лэнгмюра, определяющей величину поглощенного объема нефти, и множеством других знаний, полученных ими пропедевтически. Более того, студенты получили навыки по оформлению своих результатов в статьи и тезисы. Таким образом, можно утверждать, что реализация междисциплинарных проектов помогает формированию молодых ученых со студенческой скамьи и реализует важнейшую задачу высшего образования – подготовку инженера-творца и исследователя. Полученные результаты обычно вдохновляют студентов, и они продолжают реализацию проектов и на втором курсе.

В процессе экспериментальных исследований результативности разработанной методики применения междисциплинарных связей в обучении математике студентов технических специальностей полученные отдельные статистические данные свидетельствуют о том, что в экспериментальной группе увеличилась доля студентов творческого уровня обучения, что методически обоснованное и спроектированное обучение на основе междисциплинарных связей обеспечивает достижение практически всеми студентами этой группы базовых результатов обучения дисциплин, входящих в интегрированный модуль «Моделирование» [10].

Заключение. Таким образом, имеются основания утверждать, что представленные форма и методические приемы применения междисциплинарных связей в обучении математике студентов технических специальностей позволяют реализовать обучение математике на качественном и эффективном уровне. Посредством разработанной методики создаются благоприятные условия для вовлечения студентов в активную самостоятельную познавательную деятельность творческого характера. Они получают опыт поисково-исследовательской деятельности. При этом у них повышается мотивация к овладению математическим аппаратом, формируются исследовательский стиль мышления, способности математического моделирования и решения реальных профессионально ориентированных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Даданова А. В. Межпредметные связи в преподавании математики и физики // Учебный эксперимент в образовании. – 2013. – № 4. – С. 17–21.
2. Синяков А. П. Дидактические подходы к определению понятия «межпредметные связи» // Народное образование. Педагогика. – 2009. – № 113. – С. 197–202.
3. Бровка Н. В. Об интеграции теории и практики обучения студентов математике // Международные Колмогоровские чтения–XII: материалы междунар. конф. / Ярославль (20–23 мая 2014 г.). – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2014. – С. 32–35.
4. Новиков Д. А. Введение в теорию управления образовательными системами. – М.: Эгвес, 2009. – 156 с.
5. Зверев И. Д. Взаимная связь учебных предметов. – М.: Знание, 1977. – 64 с.
6. Дяченко С. И., Бодрова А. В. Реализация межпредметных связей математики и химии в школе // Вестн. Таганрог. ин-та им. А. П. Чехова. – 2019. – № 1. – С. 45–49.
7. Скатецкий В. Г. Методика преподавания математики на факультетах нематематического профиля // Адукацыя і выхаванне = Образование и воспитание. – 2005. – № 4. – С. 50–53.
8. Мателенок А. П., Вакульчик В. С. Междисциплинарная интеграция как основа обучения математике студентов технических специальностей // Изв. Рос. гос. пед. ун-та им. А. И. Герцена. – 2022. – № 206. – С. 167–183. DOI: 10.33910/1992-6464-2022-206-167-183
9. Мателенок А. П., Вакульчик В. С. Теоретико-методологические основы проектирования и реализации учебно-методического комплекса нового поколения по математике. – Новополоцк: Полоц. гос. ун-т им. Евфросинии Полоцкой, 2023. – 232 с.

10. Мателенок А. П., Вакульчик В. С. Эффективные формы обучения химиков-технологов: интегрированный модуль // Инженерное образование. – 2023. – № 34. – С. 29–45. DOI 10.54835/18102883_2023_34_3
11. Реализация междисциплинарной интеграции математики и специальных дисциплин в обучении студентов химико-технологического профиля / А. П. Мателенок, И. В. Бурая, Е. В. Молоток и др. // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2023. – № 2. – С. 12–18. DOI 10.52928/2070-1640-2023-40-2-12-18

Поступила 18.11.2024

**FORMS AND METHODOLOGICAL TECHNIQUES OF APPLYING
INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS IN TEACHING MATHEMATICS
TO STUDENTS OF TECHNICAL SPECIALTIES**

A. MATELENAK¹, V. VAKUL'CHIK¹

YU. GAVRONSKAYA², E. SAFRONOVA¹

¹*(Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk)*

²*(Herzen University, Saint Petersburg)*

This article presents the development and design of the form and methodological techniques for applying interdisciplinary connections in teaching mathematics to students of technical specialties. The specified methodological techniques are specified (teaching mathematical modeling; implementing interdisciplinary connections when referring to what was previously studied in the course of other disciplines or communicating educational material of a related discipline propaedeutic; implementing interdisciplinary projects (coursework, diploma, research papers) using professionally oriented tasks.

Keywords: *interdisciplinary connections, integrated module, interdisciplinary projects.*