

УДК 372.851

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ПРОЕКТОВ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Кострова Ю.С.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина», Рязань, e-mail: julia-alpha@rambler.ru

Инженерное образование играет стратегически важную роль в экономическом развитии России. Инструментом, способствующим подготовке инженеров, обладающих научным стилем мышления, фундаментальными знаниями и практическими умениями не только в рамках узкой специализации, но и в смежных областях знаний, является межпредметная проектная деятельность. Межпредметный проект представляет собой учебный проект, осуществление которого предполагает использование средств различных учебных предметов. Работа над проектами позволяет сформировать у студентов способность рассматривать изучаемые дисциплины не как изолированные, а как части единого научного пространства. У учащихся отмечается повышение уровня мотивации к освоению учебных дисциплин, активизация познавательной активности. Участие в межпредметной проектной деятельности способствует формированию у студентов системности и гибкости мышления, способности комплексно взглянуть на проблему и решить ее, используя инструментарий различных предметных областей. В статье рассмотрены авторские межпредметные проекты («Дифференциальные уравнения в задачах химии», «Карта радиоактивного заражения Рязанской области»). Реализация данных проектов в образовательном процессе по математике доказала свою эффективность. Представлены этапы работы над межпредметными проектами, их типы, цели и результаты.

Ключевые слова: проект, проектная деятельность, межпредметный проект, инженерное образование, математика.

IMPLEMENTATION OF INTERDISCIPLINARY PROJECTS IN ENGINEERING EDUCATION

Kostrova Y.S.

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, e-mail: julia-alpha@rambler.ru

Engineering education plays a strategically important role in the economic development of Russia. Interdisciplinary project activity is a tool that contributes to the training of engineers with a scientific style of thinking, fundamental knowledge and practical skills not only within a narrow specialization, but also in related fields of knowledge. An interdisciplinary project is an educational project, the implementation of which involves the use of funds from various academic subjects. Working on projects allows students to form the ability to consider the studied disciplines not as isolated, but as parts of a single scientific space. Students have an increase in the level of motivation to master academic disciplines, activation of cognitive activity. Participation in interdisciplinary project activities contributes to the formation of students' systematic and flexible thinking, the ability to take a comprehensive look at the problem and solve it using the tools of various subject areas. The article discusses the author's interdisciplinary projects ("Differential equations in chemistry problems", "Map of radioactive contamination of the Ryazan region"). The implementation of these projects in the educational process in mathematics has proven its effectiveness. The stages of work on interdisciplinary projects, their types, goals and results are presented.

Keywords: project, project activity, interdisciplinary project, engineering education, mathematics.

Ориентация политики государства на развитие конкурентоспособных отечественных производств актуализирует вопрос качественной подготовки инженерных кадров. Исследовательские умения и навыки, гибкость и критичность мышления, владение математическим аппаратом для решения профессиональных задач – качества, необходимые современному специалисту, осуществляющему инженерную деятельность. Кроме того, «инженер должен обладать разносторонними фундаментальными и инновационными знаниями и умениями для повышения эффективности производств» [1, с. 3]. Вместе с тем

одной из проблем современного образования является «догматический характер преподавания, когда преподаватель излагает материал, не отражая междисциплинарной связи» [2]. При этом у студентов формируется искаженное представление о значении изучаемых дисциплин, их роли в освоении последующих предметов учебного плана. Лидирующей по «изолированности» среди дисциплин профессионального цикла можно считать математику. Несмотря на то что математика – основа не только всех технических, но и гуманитарных наук, ее преподавание традиционно носит глубоко теоретизированный, оторванный от практики характер. В этой связи особую актуальность в профессиональной подготовке инженеров приобретает вопрос установления межпредметных связей, отражающих интеграционные процессы в науке и жизни. Реализации данных связей способствует проектная деятельность студентов.

Цель исследования: рассмотреть возможности повышения качества высшего инженерного образования посредством организации межпредметной проектной деятельности студентов.

Материалы и методы исследования. Проект, как педагогическая категория, имеет большое количество трактовок (Г.К. Селевко, Д. Снеджен, М.Ю. Бухаркина, М.А. Ступницкая, Н.Ю. Пахомова, И.С. Сергеев, Е.С. Полат, Н.В. Матяш, Е.Н. Чистова, А.В. Николаев и др.). Вместе с тем, несмотря на отсутствие единого определения, ученые сходятся во мнении относительно основы проектной деятельности – результативной познавательной активности учащихся, итогом которой является реальный продукт. Значительным потенциалом образовательных, развивающих и воспитательных возможностей в профессиональной подготовке специалистов инженерного профиля обладают межпредметные проекты.

Межпредметный проект – учебный проект, реализация которого осуществляется средствами различных учебных предметов. Он позволяет сформировать у студентов понимание целостности науки, взаимозависимости изучаемых дисциплин.

Каждый проект реализуется в пять этапов:

I. Погружение в проект: преподаватель знакомит студентов с темой проекта и результатом, который они должны получить в результате работы над проектом, студенты определяют цели и формируют рабочие группы.

II. Разработка проекта: студенты определяют план действий, направленный на достижение поставленных целей, распределяют роли внутри групп.

III. Технологическая стадия: студенты осуществляют поиск, изучение, анализ необходимой информации, выполняют проектное задание.

IV. Оформление и презентация результатов: студенты посредством внутригруппового и межгруппового взаимодействия оформляют результаты своей работы в виде конкретного продукта, проводят его презентацию.

V. Рефлексия: студенты обсуждают результаты проделанной работы.

На основании анализа научной и методической литературы, а также опыта преподавания дисциплины «Математика» студентам Рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф. Уткина были разработаны и реализованы межпредметные проекты.

Проект «Дифференциальные уравнения в задачах химии»

Тема «Дифференциальные уравнения»

Дифференциальные уравнения – мощный инструмент для решения широкого спектра прикладных, технических и производственных проблем. Данный раздел математики является одним из важнейших в профессиональной деятельности инженера-исследователя. Студентам необходимо составить сборник задач по химии, решаемых посредством различных типов дифференциальных уравнений. Проект направлен на закрепление у студентов навыков решения дифференциальных уравнений, формирование у них понимания значимости изучаемого раздела, его прикладную ценность.

Проект ориентирован на студентов, обучающихся по таким специальностям, как «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Электрохимия», «Нефтехимия», «Кинетика и катализ», «Математическая и квантовая химия», «Биохимия» и др.

Тип проекта.

По доминирующей деятельности студентов: исследовательский, практико-ориентированный.

По содержанию: межпредметный (высшая математика, химия, физика).

По количеству участников: групповой.

По продолжительности: краткосрочный.

По сложности: среднего уровня сложности.

Цели проекта:

- закрепить навыки решения дифференциальных уравнений;
- сформировать навык построения моделей реальных химических процессов;
- сформировать понимание важности овладения методами решения дифференциальных уравнений, как универсального инструментария для исследования проблем профессиональной области;
- сформировать навыки научно-исследовательской деятельности.

Сроки реализации: проект рассчитан на 8 занятий (16 академических часов).

Результатом проектной деятельности является сборник задач химического содержания, решаемых посредством дифференциальных уравнений. Задачи приводятся с полным решением и интерпретацией результатов.

Рассмотрим пример задачи из сборника.

В процессе электролиза раствора сульфата меди (II) CuSO_4 силу тока в цепи, в амперах, изменяют по закону $I = \frac{1}{t+2}$, где t – время электролиза в часах. Определить количество меди, образовавшейся на катоде в течение трех часов.

Решение.

Скорость электрохимической реакции ν определяется изменением количества вещества m за единицу времени t : $\nu = \frac{dm}{dt}$.

Согласно первому закону Фарадея, масса вещества m в граммах, выделившегося на электроде за время t , прямо пропорциональна силе тока I : $\frac{dm}{dt} = K \cdot I$,

где $K = \frac{M}{F \cdot n}$ – электрохимический эквивалент вещества, г/Кл; M – молярная масса вещества, г/моль; $F = 9,65 \cdot 10^4$ – постоянная Фарадея, Кл/моль; n – валентность.

Вычислим электрохимический эквивалент меди:

$$K = \frac{63,5}{9,65 \cdot 10^4 \cdot 2} = 0,33 \cdot 10^{-3} \text{ (г/Кл)} = 1,2 \text{ (г/А} \cdot \text{ч)}.$$

Найдем количество меди, образовавшейся на катоде, решив дифференциальное уравнение: $\frac{dm}{dt} = 1,2 \cdot \frac{1}{t+2}$.

Данное уравнение является уравнением с разделяющимися переменными. Найдем его общее решение, разделив переменные и проинтегрировав обе части уравнения:

$$\int dm = 1,2 \cdot \int \frac{dt}{t+2}.$$

$$m = 1,2 \cdot \ln|t+2| + C.$$

Найдем константу C , учитывая, что в начальный момент времени масса меди на катоде равнялась нулю: $0 = 1,2 \cdot \ln|0+2| + C$, $C = -0,83$.

Тогда частное решение дифференциального уравнения будет иметь вид:

$$m = 1,2 \cdot \ln|t+2| - 0,83.$$

Полученное решение представляет собой закон изменения массы меди, образующейся в процессе электролиза.

Определим количество меди, образовавшейся на катоде через 3 часа:

$$m = 1,2 \cdot \ln 5 - 0,83 = 1,1 \text{ г.}$$

Ответ: 1,1 грамма меди образовалось на катоде за 3 часа.

Проект «Карта радиоактивного заражения Рязанской области»

Тема «Численное интегрирование»

Интегрирование функций, не заданных аналитически (например, в виде таблицы результатов измерений или графика) – раздел численных методов, широко используемый инженерами в профессиональной деятельности. Проект позволяет студентам изучить возможности численного интегрирования при решении конкретной задачи: составить карту загрязненных радиацией территорий Рязанской области, описать функционально границы данных территорий и рассчитать площади зон заражения (методом прямоугольников, трапеций и Симпсона).

Проект ориентирован на студентов, обучающихся по таким специальностям, как «Радиобиология», «Биогеохимия», «Картография», «Геоэкология», «Ядерная и радиационная безопасность».

Тип проекта.

По доминирующей деятельности студентов: исследовательский, практико-ориентированный.

По содержанию: межпредметный (высшая математика, география, экология, физика).

По количеству участников: групповой.

По продолжительности: краткосрочный.

По сложности: среднего уровня сложности.

Цели проекта:

- изучить методы численного интегрирования и их приложения к решению практических задач;

- закрепить навыки работы с функциональными зависимостями, представленными в табличном, графическом или описательном виде;

- сформировать у студентов понимание прикладной значимости изучаемых методов в будущей профессиональной деятельности;

- сформировать навыки научно-исследовательской деятельности.

Сроки реализации: 4 занятия (8 академических часов).

Этапы работы над проектом, система действий преподавателя и студентов.

I этап. Погружение в проект. Студенты знакомятся с предлагаемым проектом, обсуждают поставленную перед ними задачу, формулируют цели и формируют рабочие группы.

II этап. Разработка проекта. Студенты обсуждают план работы над проектом, распределяют роли внутри сформированных групп, разрабатывают единые требования к оформлению частей карты и вычислений для каждой из групп. Учащиеся определяют источники информации относительно зон радиоактивного заражения, методов аппроксимации данных, способов вычисления площадей фигур произвольной формы.

III этап. Технологическая стадия. Студенты осуществляют поиск и систематизацию необходимой информации. Знакомятся с методами численного интегрирования, учатся применять их при расчете площадей зон, пострадавших от радиоактивного заражения. Оценивают, обсуждают, синхронизируют и осуществляют проверку получаемых результатов посредством внутригруппового и межгруппового взаимодействия.

IV этап. Оформление и презентация результатов. Студенты оформляют результаты своей работы в виде карты Рязанской области с выделенными на ней зонами радиоактивного заражения и соответствующими расчетами. Проводят презентацию полученных результатов, отвечают на вопросы преподавателя.

V этап. Рефлексия. Студенты осуществляют самоанализ и анализ деятельности одноклассников в ходе работы над проектом. Осуществляют оценку значимости изученного материала для будущей профессиональной деятельности.

На каждом из этапов преподаватель выполняет роль наставника, который координирует работу студентов, осуществляет проверку проводимых расчетов.

Результаты работы над данным проектом были представлены на студенческой конференции и опубликованы в сборнике статей [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Студенты, участвовавшие в проектной деятельности (экспериментальная группа, 40 человек), продемонстрировали большую заинтересованность в изучении предмета в течение семестра, а также лучшие результаты по итогам сессии, чем студенты (контрольная группа, 38 человек), с которыми проектная деятельность не осуществлялась. Исходный уровень знаний, умений и навыков студентов по результатам входного контроля не имел значимых отличий. Группы сравнивались по трем показателям (табл. 1): средний балл за экзамен по математике (проверка знаний, умений, навыков в соответствии с учебной программой), мотивация к изучению математики, математическая компетентность (способность применять полученные знания к решению проблем смежных наук, а также задач профессиональной области, способность к самоанализу, стремление к самообразованию).

Сравнительная характеристика групп

Показатели	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Средний балл за экзамен по математике	3,9	3,2
Мотивация	Студенты демонстрировали заинтересованность предметом, положительно оценивали значимость изучения математики для дальнейшей профессиональной деятельности (86%). Изучение математики в силу необходимости сдачи экзамена отметили 12% учащихся. У 2% мотивация полностью отсутствовала	Большинство учащихся не видит смысла в изучении математики, так как они не понимают, где смогут использовать получаемые знания (58%). 10% студентов проявили личностный и профессиональный интерес к предмету. Остальные учащиеся не отрицают возможности, что в дальнейшем знания по математике пригодятся, но привести примеры возможного применения не могут
Математическая компетентность	В процессе работы над проектами студенты овладели исследовательскими навыками, научились применять полученные математические знания и умения в других научных областях, улучшили коммуникативные навыки	У студентов не было возможности в рамках традиционных лекционных и практических занятий освоить навыки учебно-поисковой деятельности, направленной на решение нестандартной задачи, выходящей за узкие вычислительные рамки математической дисциплины

С авторской точки зрения, межпредметная проектная деятельность в инженерном образовании способствует:

- 1) формированию у студентов научного стиля мышления, понимания значимости каждого учебного предмета, его места в системе наук;
- 2) формированию умений применять полученные в рамках одной дисциплины знания в других научных областях, осуществлять комплексный взгляд на проблему;
- 3) повышению уровня мотивации студентов к освоению учебных дисциплин и, как следствие, стимулированию познавательной активности студентов;
- 4) формированию опыта межличностного взаимодействия и коммуникации;
- 5) стимулированию самостоятельности студентов, способности к самообразованию как факторам личностного и профессионального совершенствования.

Важно отметить роль преподавателя в организации межпредметных проектов. От его теоретической и практической готовности, уровня эрудиции и всесторонности знаний зависит успешность проектной деятельности, достижение образовательных целей.

Помимо представленных выше, были реализованы и другие проекты (табл. 2), результаты работы над некоторыми из них были оформлены в виде публикаций [4-6].

Междисциплинарные проекты

Название проекта	Изучаемая тема	Результат
Анализ наследования группы крови и резус-фактора посредством математических методов	Теория вероятностей	Презентация, публикация
Дифференциальные уравнения в задачах электротехники	Дифференциальные уравнения	Сборник задач
Влияние загрязнения атмосферного воздуха на болезни органов дыхания населения Рязанской области	Математическая статистика	Презентация, публикация
Расчет площади поверхности сложных деталей	Интегральное исчисление	Публикация
Матричная модель популяции русской выхухоли	Линейная алгебра	Матричная модель

Заключение

Межпредметная проектная деятельность осуществлялась на базе Рязанского государственного радиотехнического университета. Студенты экспериментальной группы выполняли представленные проекты в рамках изучения курса высшей математики. Каждый из проектов реализовывался в 5 этапов: погружение в проект, разработка проекта, технологическая стадия, оформление и презентация результатов, рефлексия. В результате 86% учащихся экспериментальной группы положительно оценили необходимость изучения математики как для изучения других дисциплин, так и для дальнейшей профессиональной деятельности. В то же время в контрольной группе значимость математики оценили лишь 10% учащихся. Сравнительный анализ групп по трем показателям позволил сделать вывод об эффективности межпредметной проектной деятельности в повышении уровня практической и теоретической подготовки будущих инженеров. Осуществление межпредметных проектов в процессе обучения позволяет сформировать целостную и гибкую систему знаний и умений, позволяющую выпускникам вузов использовать их при решении внеучебных, реальных производственных задач.

Список литературы

1. Пиралова О.Ф. Современное инженерное образование: проблемы и перспективы // Высшее образование сегодня. 2016. № 2. С. 2-5.
2. Атанов И.В., Капустин И.В., Никитенко Г.В., Скрипкин В.С. Межпредметные связи в учебном процессе высшего учебного заведения // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11614> (дата обращения: 05.08.2022).

3. Николаев П.А., Кельм Т.И., Баранов В.М. Определение площади зон радиоактивного заражения Рязанской области: материалы конференции 67-й студенческой научно-технической конференции Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2020. С. 44-45.
4. Савочкина К.И. Анализ наследования группы крови и резус-фактора посредством математических методов // Молодежная наука как фактор и ресурс опережающего развития: сборник статей V Международной научно-практической конференции. Петрозаводск: Новая наука, 2021. С. 384-388.
5. Кострова Ю.С., Ефремов Н.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на болезни органов дыхания населения Рязанской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 7 (109). Ч. 2. С. 13-17. DOI: 10.23670/IRJ.2021.109.7.035.
6. Данилко В.А. Расчет площади поверхности сложных деталей // Молодой ученый. 2022. № 16. С. 4-7.