

УДК  
378.147**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА УЧЕБНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫМ РАЗДЕЛАМ  
МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ  
НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ****Лилия Сергеевна Петрова**  
к.п.н., доцент  
petrov.306@mail.ru  
г. ОмскОмский государственный  
университет путей сообщения

**Аннотация.** Анализ методических аспектов обучения специальным разделам математики студентов технических направлений подготовки позволил обосновать целесообразность использования метода учебного проектирования при освоении студентами учебного материала и их участие в учебно-исследовательских и проектных работах. В статье описана реализация метода учебного проектирования при обучении специальным разделам математики студентов на уровне бакалавриата и магистратуры на примере изучения раздела «Математическое моделирование на основе дифференциальных уравнений математической физики». Отражен интегративный характер проектной деятельности, направленной на развитие навыков математического моделирования с использованием методов компьютерной реализации алгоритмов. Обосновывается использование математических систем (например, MathCAD) для реализации численных методов при решении профессионально-ориентированных задач с программированием алгоритмов, развивающее у студентов технических направлений способности применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, определяя направление обучения, формирующее составляющие общепрофессиональных компетенций.

**Ключевые слова:** проектная деятельность, метод учебного проектирования, математическое моделирование, численные методы, информационные технологии.

Фундаментальной математической базой для достаточно большого количества теплоэнергетических, электротехнических, транспортно-технологических и др. моделей является математический аппарат специальных разделов математики (уравнения математической физики, теория функций комплексного переменного, операционное исчисление) активно используемый в профессиональных дисциплинах при обучении как на уровне бакалавриата, так и на уровне магистратуры студентов технических направлений. Это обуславливает особое значение освоения специальных разделов математики в рамках математической подготовки будущих бакалавров и магистров технических направлений. Использование математических моделей с применением данного математического аппарата позволяет, фиксируя структурные изменения, прогнозировать развитие технологических процессов, способствуя изучению основных положений соответствующих теорий, которые реализуются на практике в виде разнообразных задач, требующих от специалиста проявления самостоятельности и творческой инициативы при использовании основных законов и методов.

Необходимо отметить, что подготовка будущих бакалавров помимо формирования базового математического аппарата и овладения умениями применять его при освоении профессиональных дисциплин предусматривает формирование готовности к дальнейшему обучению на уровне магистратуры, а для магистрантов – в аспирантуре. Таким образом, проявляется целесообразность выделения повышенного уровня при обучении специальным разделам математики студентов бакалавриата и магистратуры в

рамках различных математических дисциплин («Дополнительные главы математики», «Спецглавы математики», «Дополнительные главы математического моделирования» и др.) с использованием метода учебного проектирования и задач (заданий), отражающих реальные прикладные проблемы, т.е. введение в процесс обучения учебных аналогий инженерно-технических исследований. Современное понимание проектного метода обучения представлено в научно-методических и психолого-педагогических исследованиях (И. А. Зимняя, Е. С. Полат, Н. В. Матяш, Г. К. Селевко, Н. Ю. Пахомова и др.). В работах исследователей раскрывается междисциплинарный характер использования в процессе обучения метода проектов, обосновывается повышение эффективности учебного процесса за счет усиления мотивации учебной деятельности.

Реализация проектной деятельности имеет особую актуальность при обучении студентов учреждений высшего профессионального образования (бакалавриата и магистратуры), в силу направленности данного метода на углубление знаний в области применения математического аппарата при моделировании процессов и явлений, формирование исследовательских умений, практических и общеучебных навыков, информационной культуры, совершенствование навыков исследовательской работы студентов. В работе А. Ш. Багаутдиновой, И. В. Клещёвой, О. В. Харитоновой [1] представлена методика организации проектной деятельности обучающихся на примере создания межпредметного проекта, основанного на применении методов математической статистики. В исследовании Е. М. Елисеева [3] описана организация проектно-ориентированного обучения при изучении курса «Основы математической обработки информации». Исследование О. В. Задорожной [4] посвящено тематике проектирования комплекса учебных проектов в процессе обучения математическому анализу студентов университета. В работе Е. М. Гуляхиной и Е. М. Филиппова [2] рассматривается технология организации проектной деятельности студентов вуза в процессе изучения дисциплины «Информатика».

Описывая применение метода учебного проектирования при обучении специальным разделам математики студентов бакалавриата и магистрантов технических направлений подготовки, необходимо отметить, что разработка исследовательских проектов способствует углубленному усвоению теоретического материала и развитию навыков математического моделирования. При этом учитывается, что освоение дополнительных глав математического моделирования на уровне магистратуры позволяет расширить полученные знания в области постановки, решения и анализа задач численными методами. Поэтому проектные работы студентов бакалавриата с применением методов компьютерной реализации алгоритмов используются для обновления комплекса профессионально-ориентированных задач при изучении курса «Дополнительные главы математического моделирования» на базовом уровне магистратуры. Это наиболее актуально при обучении студентов дополнительным главам математического моделирования не изучавших специальные разделы математики по разработанной программе и испытывающих затруднения в определении математических моделей и применении численных методов. Проектная деятельность магистрантов с анализом рассматриваемых проблем и получением творческих решений оказывает влияние на формирование творческой активности студентов и способствует формированию исследовательских навыков для дальнейшего обучения в аспирантуре.

Реализация метода учебного проектирования подразумевает самостоятельную индивидуальную деятельность студентов при выполнении задания, ориентированного на поэтапную разработку математической модели процесса или явления: формализованное описание физической природы объекта, математическое описание объекта в виде системы уравнений с дополнительными условиями и моделирующий алгоритм. Реали-

зация моделирующего алгоритма осуществляется с помощью современных информационных технологий. При этом роль преподавателя сводится к консультированию и обеспечению индивидуального контроля над работой студента или группы студентов, осуществлению педагогической поддержки при обучении специальным разделам математики.

Порядок реализации метода:

1. Подготовка к выполнению проекта: формирование групп по два человека (допускается индивидуальное выполнение задания), выдача задания. На данном этапе происходит планирование работы. Если задание выполняется в группе, распределяются обязанности и происходит определение времени индивидуальной работы.

Приведем примеры заданий при изучении раздела «Математическое моделирование на основе дифференциальных уравнений математической физики» на уровнях бакалавриата и магистратуры. Задача о лазерном нагреве тела с покрытием при обработке концентрированными потоками энергии с учетом моделируемости поглощения энергии излучения объемным источником тепла. Предполагая, что диаметр области нагрева намного больше глубины проникновения тепла, задача рассматривается в одномерном приближении по пространственной координате. Плотность потока энергии излучения задается как функция времени  $q_0(\tau) = q_{\max} \sin \frac{\pi\tau}{\tau_d}$  с максимальным значением плотности теплового потока  $q_{\max} = 0,5 \cdot 10^{13}$  Вт/м<sup>2</sup> и длительностью импульса,  $\tau_d = 5$  нс. Время релаксации тепловых потоков  $\tau_{r,1} = \tau_{r,2} = 5 \cdot 10^{-10}$  с. На внешних границах заданы граничные условия второго рода. На стыке слоев заданы условия сопряжения с учетом идеального контакта. Температура в начальный момент времени является постоянной и равной 300 К, скорость изменения температуры в начальный момент времени принимается равной нулю. Толщина слоя покрытия и основы рассматривается одинаковой  $L_1 = L_2 = 0,4$  мкм. Рассчитать температурное поле до момента времени  $\tau_k = 5$  нс и вывести график функции изменения температуры во времени при  $x = 0,2$  мкм.

Задание 1 (уровень бакалавриата). Составить математическую модель задачи. Написать программу для численного решения задачи с использованием метода прогонки в системе MathCAD при следующих среднеинтегральных значениях теплофизических и оптических характеристик:  $\bar{\lambda}_1 = 121$  Вт/(м·К),  $\bar{\lambda}_2 = 33,8$  Вт/(м·К),  $\bar{\gamma}_1 = 2,744 \cdot 10^6$  Дж/(м<sup>3</sup>·К),  $\bar{\gamma}_2 = 4,605 \cdot 10^6$  Дж/(м<sup>3</sup>·К),  $\bar{A} = 0,098$ .

Задание 2 (уровень магистратуры). Составить математическую модель задачи. Написать программу для численного решения задачи с использованием метода прогонки в системе MathCAD для образца с учетом температурной зависимости свойств материалов покрытия и основы следующего вида:

$$\begin{aligned} \lambda_1(T) &= 173,8 - 9,2 \cdot 10^{-2} \cdot T + 4,29 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 7,59 \cdot 10^{-9} \cdot T^3, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}; \\ c_1(T) &= 216,7 + 0,103 \cdot T - 6,8 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 + 2,01 \cdot 10^{-8} \cdot T^3, \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}; \\ \rho_1(T) &= 1,02 \cdot 10^4 - 3,8 \cdot 10^{-2} \cdot T, \text{ кг/м}^3; A(T) = 0,99 \cdot 10^{-4} \cdot T, \alpha = 10^7 \text{ 1/м}; \\ \lambda_2(T) &= 40,62 + 0,013 \cdot T - 4,847 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 + 2,405 \cdot 10^{-8} \cdot T^3, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}; \\ c_2(T) &= 364,726 + 0,507 \cdot T - 1,048 \cdot 10^{-4} \cdot T^2, \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}; \\ \rho_2(T) &= 7,918 \cdot 10^3 - 0,032 \cdot T, \text{ кг/м}^3. \end{aligned}$$

Отметим, что математическая модель процесса теплопроводности в обрабатываемом лазерным излучением двухслойном теле включает в себя систему гиперболических уравнений теплопроводности (для уровня бакалавриата уравнения системы линейные,

для уровня магистратуры – нелинейные). Для получения численных решений этой задачи студент должен обладать углубленной математической подготовкой. Это связано с тем, что реализация численного решения приводит к нетривиальным выкладкам при модификации метода прогонки для пятиточечной разностной схемы и получении прогоночных коэффициентов в точке контакта двух сред с использованием аппроксимации граничных условий четвертого рода, а для нелинейной задачи решение осложняется и использованием метода простой итерации для итерационного уточнения коэффициентов.

2. Исследование. Студенты осуществляют поиск, отбор и анализ нужной информации, находят пути решения возникающих проблем, приобретают новые для себя знания в рамках данной тематики. Происходит корректировка преподавателем хода выполнения задания студентами.

3. Обобщение результатов, полученных в ходе исследования, формулировка выводов и оформление отчета.

4. Отчет осуществляется в конце семестра, по желанию участников проекта результаты проведенных работ студентов представляются в форме докладов на внутривузовские студенческие научные конференции, публикуются в виде статей в сборниках материалов региональных, всероссийских и международных научных конференциях, научных журналах.

5. Оценка результатов исследовательской работы и подведение итогов. Критериями оценивания проектной деятельности являются: сформированность исследовательских умений и практических навыков, культура оформления исследовательской работы.

Реализация метода учебного проектирования в процессе обучения специальным разделам математики студентов технических направлений подготовки способствует проявлению у обучающихся творческой инициативы и самостоятельности, что проявляется в их активном участии в учебно-исследовательских и проектных работах. Результаты проведенных исследований студентов обсуждались при представлении докладов на студенческих научных конференциях, опубликованы в виде статьи в сборнике материалов международной научно-практической конференции «Наука XXI века: опыт прошлого – взгляд в будущее» (Омск, 2016), в научном журнале «Paradigmata poznání» (Прага, 2016), в журнале «Известия Транссиба» (Омск, 2017), входящем в перечень рецензируемых научных изданий ВАК России.

Применение метода учебного проектирования, направленного на привлечение студентов к самостоятельной познавательной деятельности, проявление личностного интереса к решению каких-либо познавательных задач, овладение студентами необходимыми знаниями, умениями, навыками для их профессиональной деятельности, способствует формированию составляющих общепрофессиональных компетенций.

### Список литературы

1. Багаутдинова А.Ш., Клещёва И.В., Харитоновна О.В. Проектное обучение при изучении математической статистики // Образовательные технологии и общество. Т. 20. № 1. 2017. С. 536 – 544.
2. Гуляихина Е. М., Филиппова Е.М. Проектная деятельность студентов вуза в процессе изучения дисциплины «Информатика»: компетентностный подход // Continuum. Математика. Информатика. Образование. № 2. 2017. С. 59 – 63.
3. Елисеев Е.М. Основы математической обработки информации: проектно-ориентированный подход. Учебно-методическое пособие. Арзамас: Изд-во ННГУ. 2015. 132 с.

4. Задорожная О.В. Проектирование комплекса учебных проектов в процессе обучения математическому анализу в университете: автореф. дис. канд. пед. наук 13.00.02. Нижний Новгород. 2011. 24 с.

## IMPLEMENTATION OF THE EDUCATIONAL PROJECTION METHOD IN THE PROCESS OF TRAINING SPECIAL SECTIONS OF MATHE- MATICS OF STUDENTS OF TECHNICAL TRAINING DIRECTIONS

**L. Petrova** | Omsk State Transport University  
Cand. Sci. (Pedagogic), Associate Professor  
petrov.306@mail.ru  
Omsk

**Abstract.** Analysis of methodological aspects of teaching special sections of mathematics for students of technical training areas allowed to substantiate the appropriateness of using the method of educational projection for mastering students of educational material and their participation in educational and research and project work. The article describes the implementation of the method of educational projection for teaching special sections of mathematics students at the level of bachelor's and master's programs on the example of studying the section "Mathematical modeling on the basis of differential equations of mathematical physics". The integrative character of the project activity aimed at developing the skills of mathematical modeling using methods of computer implementation of algorithms is reflected. The use of mathematical systems (for example, MathCAD) for the implementation of numerical methods in solving professionally oriented problems with programming algorithms is substantiated. It develops in students of technical directions the ability to apply methods of mathematical analysis and modeling, theoretical and experimental research, defining the direction of education, forming the components of general professional competence.

**Key words:** project activity, method of educational projection, mathematical modeling, numerical methods, information technology.

### References

1. Bagautdinova A.Sh., Kleshcheva I.V., Kharitonova O.V. (2017) Proektnoe obuchenie pri izuchenii matematicheskoy statistiki [Project-based learning in the study of mathematical statistics] Educational Technology and Society. T. 20. № 1, pp. 536 - 544.
2. Gulyaikhina E. M., Filippova E.M. (2017) Proektnaya deyatel'nost' studentov vuza v protsesse izucheniya distsipliny «Informatika»: kompetentnostnyy podkhod [Project activities of university students in the process of studying the discipline "Informatics": competence approach] Continuum. Mathematics.Informatics.Education. №2, pp.59- 63.
3. Eliseev E.M. (2015) Osnovy matematicheskoy obrabotki informatsii: proektno-orientirovanny podkhod. Uchebno-metodicheskoe posobie [Fundamentals of mathematical information processing: a project-oriented approach. Educational-methodical manual] Arzamas: Izd-vo NNGU. 2015. 132 p.
4. Zadorozhnaya O.V. (2011) Proektirovanie kompleksa uchebnykh proektov v protsesse obucheniya matematicheskomu analizu v universitete: avtoref. dis.kand. ped. nauk : 13.00.02 [Engineering a complex of educational projects in the process of teaching mathematical analysis at the university: katege. DIS. Cand. Ped. Science: 13.00.02] Nizhniy Novgorod, 2011. 24 p.