Интеграция проектной деятельности в обучение физике и математике: формирование междисциплинарной компетенции у школьников

М.И. Некрасов
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь, Россия

В статье анализируется проблема фрагментарности знаний школьников при раздельном изучении физики и математики. Показан потенциал проектной деятельности как средства формирования междисциплинарной физико-математической компетенции в соответствии с ФГОС. На примере проекта «Туристический генератор на элементах Пельтье» продемонстрирована интеграция геометрических методов (расчёт площади трапеции, теорема Пифагора) и физических закономерностей (эффект Зеебека–Пельтье, закон Ома, теория электрических цепей) для создания портативного источника энергии. Описано моделирование оптимальной формы корпуса и расчёт энергетических характеристик. Наблюдается высокая эффективность междисциплинарных проектов в развитии метапредметных умений и устойчивого интереса к естественным наукам. Даны рекомендации по их внедрению в уроки физики и математики основной школы.

Ключевые слова: *проектная деятельность, ФГОС, междисциплинарная компетенция, интеграция физики и математики, метапредметные умения, термоэлектрический генератор, диагностика компетенций.*

Роль проектной деятельности в современном образовании (ФГОС) заключается в формировании универсальных учебных действий (УУД) и подготовке учащихся к реальным жизненным задачам. Согласно ФГОС, проектная деятельность – обязательный элемент образовательного процесса на всех уровнях школьного образования. Она направлена на развитие навыков планирования, анализа, самоконтроля, информационной и коммуникативной грамотности [5].

Возрастающая потребность в междисциплинарных знаниях в науке и технологиях связана с усложнением проблем, которые стоят перед современным миром. Это обусловлено тем, что современные проблемы часто носят системный характер и не могут быть решены в рамках одной дисциплины. Проектная деятельность помогает учиться на практике, связывать разные предметы (решение реальной или учебно-практической задачи, для которой нужны знания и навыки из нескольких дисциплин) и развивать полезные жизненные навыки.

Интеграция физики и математики в проектной деятельности закреплена в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) основного общего и среднего общего образования: «ФГОС направлен на развитие личностных характеристик учащихся в процессе обучения и устанавливает новые требования к результатам обучения, в том числе к освоению межпредметных понятий, которые являются основой для формирования универсальных учебных действий (регулятивных, познавательных, коммуникативных) и развитие способности использовать их в познавательной и социальной практике» (приказ Минпросвещения России от 31 мая 2021 года №287). Это обусловлено системно-

© Некрасов М.И., 2026

деятельностным подходом, лежащим в основании ФГОС, который направлен на формирование целостного мировоззрения, метапредметных навыков и готовности к решению комплексных задач.

Традиционное школьное образование предполагает преподавание физики и математики – каждая дисциплина изучается отдельно по собственной программе, без должной координации (учебные программы предметов не соотносятся друг с другом). Это создаёт фрагментарность знаний у учащихся; они не видят связи между абстрактными математическими концепциями и их физическим применениям [6].

Ключевыми проявлениями проблемы являются временная несогласованность программ (в физике появляются проблемы с изучением векторов (сила, скорость) уже в 7 классе, а полноценное изучение векторов в математике происходит только в 9 классе), подмена понятий – одни и те же действия определяются разными символами (разная символика: в математике – x, y, в физике – v,s,t.), методическая разобщённость (учителя математики в среднем и старшем звене редко используют физические примеры для иллюстрации математических понятий) фрагментация задач (математические задачи оторваны от реальны приложений (пример: задача на скорость заполнения бассейна – предполагается, что скорость наполнения постоянна – но на практике она зависит от уровня воды (давления), диаметра труб и напора), тогда как физические – требуют математических навыков, которые ученики еще не освоили или не могут применить) [1].

Цель данной статьи раскрыть потенциал проектной деятельности для формирования междисциплинарной физико-математической компетенции (способность применять математический аппарат для описания, моделирования и анализа физических явлений, а также интерпретировать физические законы и результаты экспериментов через формальный язык математики) у школьников.

Для выявления наилучшей версии интеграции предметов (в нашем случае, математики и физики, так как ориентирование в обучении у обучающегося происходит именно в эту область) необходимо развитие междисциплинарной компетенции. Это можно осуществить с помощью различных навыков и инструментов: владения понятийным аппаратом нескольких дисциплин и понимания взаимосвязей между разными областями знания (когнитивный компонент), применения инструментов одной дисциплины для решения задач другой и моделирование сложных процессов с использованием междисциплинарного подхода (деятельностный компонент), а также осознанной потребности в расширении кругозора за пределы одной дисциплины и готовности к освоению новых методов и подходов (мотивационный компонент) [2].

Рассмотрим возможные пути решения задачи внедрения междисциплинарной физико-математической компетенции и применения

межпредметных связей, а именно модель интеграции проектной деятельности в обучение физики и математики.

Разработка любого проекта начинается с описания проблемной ситуации, т.е. с идентификации той проблемы, на решение которой он направлен.

Предпроектный анализ предполагает проблемно-позиционный анализ сложившейся ситуации, главная его цель – обоснование, доказательство необходимости, актуальности проекта.

На каждой стадии планирования необходимо разделить работы по проекту на части (подготовительный этап, аналитический этап (планирование и исследование), практический этап обобщающий этап, презентационный этап, и оценка работы). Например, на стадии технического проектирования основные части проекта, как правило, очевидны. В дальнейшем, когда станет известно больше деталей, эти части могут быть расчленены на соответствующие разделы (при планировании и исследовании происходит сбор информации, анализ существующих решений, выбор методов исследования, детальное планирование).

Подготовка к проектной деятельности осуществляется по существующему (разработанному) и утвержденному плану проектирования. Выходящими параметрами плана проекта являются: определение цели проекта, типологические признаки проекта, разработка бюджета и оценка качества проекта, факторы проектной деятельности, основные требования к использованию метода проектов [3].

В рамках реализации проекта по формированию междисциплинарной компетенции у школьников 9 класса одним из участников был выбран проект «Туристический генератор, основанный на элементах Пельтье». Тема проекта предполагает создание портативного устройства для выработки электрической энергии в походных условиях за счёт термоэлектрического эффекта Пельтье, что позволит учащемуся интегрировать знания физики и математики на практике и продемонстрировать применение метапредметных навыков [4].

На этапе моделирования генератора учащийся столкнулся с ключевой проблемой: необходимо выбрать оптимальную геометрическую форму корпуса и теплообменника, обеспечивающую максимальную эффективность преобразования теплового потока при минимальных габаритах и массе устройства. Для нахождения пути решения этой задачи обучающийся 9 класса применил методы школьной геометрии за 7-9 класс. Самая подходящая форма была выбрана в виде усечённой трапеции, позволяющей обеспечить равномерное распределение теплового потока по поверхности элементов Пельтье и уменьшить тепловые потери. Математическое описание формы осуществлялось с использованием формулы площади трапеции:

$$S = \frac{a+b}{2} \cdot h,$$

где (a) и (b) — длины оснований трапеции, (h) — высота. Для расчёта применимых в опыте углов наклона боковых граней и определения линейных размеров применялась теорема Пифагора в прямоугольных треугольниках, образуемых при разделении трапеции на простые фигуры:

$$c = \sqrt{(b-a)^2 + h^2},$$

где (c) — длина боковой стороны. Также ученик применил свойства подобных треугольников, формулы объёма для расчёта массы теплообменника, что позволило алгебраически обосновать выбор геометрических параметров и получить точные чертежи (рис.1).

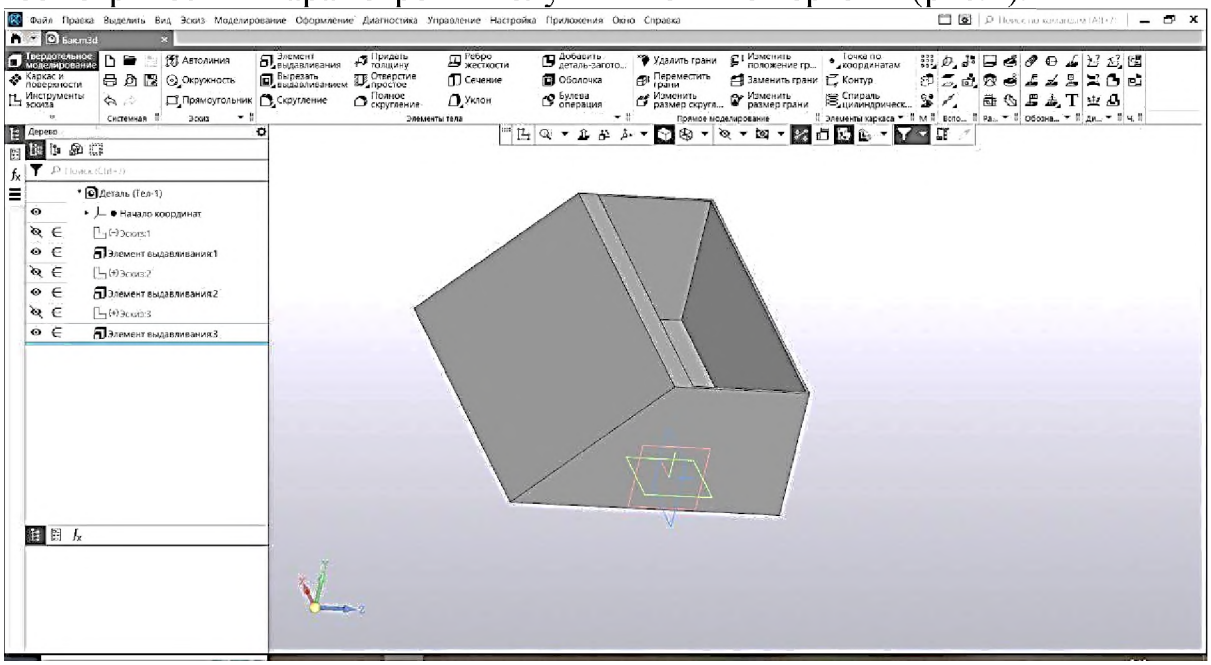

Рис. 1. Предварительная 3D-модель корпуса генератора, созданная учащимся при математических расчетах

Далее процесс создания подходящей модели потребовал глубокой интеграции математических расчётов с физическими закономерностями, так как современная наука построена на таком симбиозе: законы природы описываются языком математики. Элементы Пельтье представляют собой полупроводниковые термоэлектрические модули (рис.2), которые преобразуют разницу температур (ΔT) между горячей и холодной сторонами в электрическую энергию согласно эффекту Зеебека–Пельтье. Математически это описывается уравнением генерируемой ЭДС:

$$\varepsilon = \alpha \cdot \Delta T,$$

где $\alpha -$ коэффициент термо-ЭДС материала. Полученное напряжение и ток в электрической цепи рассчитывались с применением закона Ома:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}}}$$

и закона Кирхгофа для последовательного/параллельного соединения модулей, где $R_{общ}$ – суммарное сопротивление цепи (включая внутреннее сопротивление элементов Пельтье и нагрузку) (рис. 3)

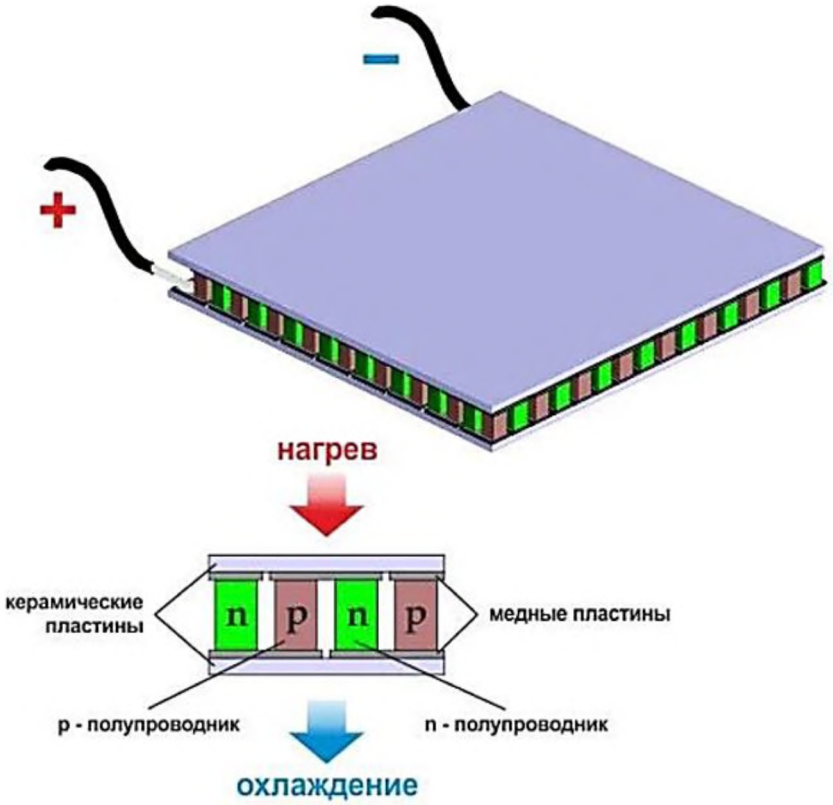

Рис. 2. Устройство элемента Пельтье

Ученик построил эквивалентную электрическую схему генератора, рассчитал мощность на выходе $P = I^2 \times R_{нагр}$ и оптимизировал количество элементов Пельтье с учётом геометрических ограничений трапецеидального корпуса, чтобы обеспечить выходную мощность не менее 5–7 Вт при типичной разнице температур 40–60 °C (горячая сторона от костра или солнца, холодная – от радиатора с естественным охлаждением).

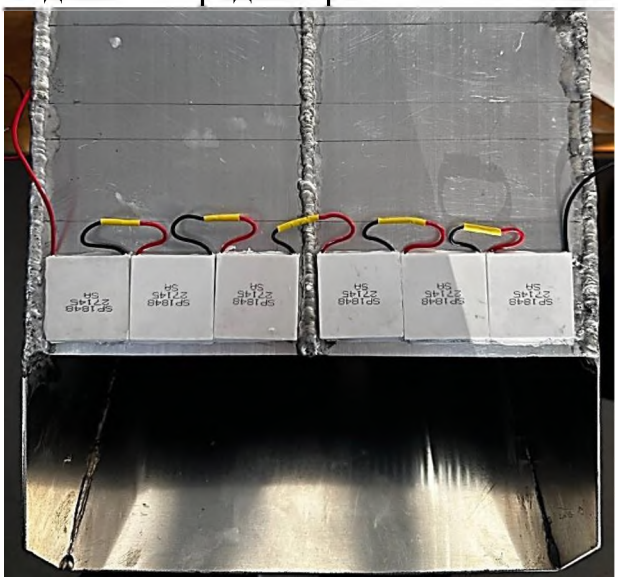

Рис. 3. Последовательное соединение модулей по закону Кирхгофа.

Таким образом, решение задачи создание модели генератора потребовало от школьника не только владения методами классической геометрии и математическими расчётами, но и понимания физических принципов термодинамики и термоэлектричества, законов постоянного тока и создание и построение электрических цепей.

Как предложение для оценки динамики уровня сформированности междисциплинарной компетенции (когнитивный, деятельностный и мотивационный компоненты) можно использовать комплекс диагностических инструментов: входное и итоговое тестирование по интегрированным заданиям математики и физики, экспертная оценка проекта (выступление на научно-практической конференции), а также анкета самооценки мотивации (методика А.А. Реана).

Критерии уровней сформированности междисциплинарной компетенции: низкий (фрагментарные знания в размах отдельных дисциплин, слабое понимание связей между ними), средний (достаточный объем знаний из одной дисциплины для решения типовых задач в другой, но только в знакомых условиях; способен работать только под руководством учителя), высокий (знания глубокие и системные по нескольким дисциплинам, четкое понимание взаимосвязей между ними и их роли в профессиональной сфере).

В результате работы видно, что сотрудничество между предметами приносит ясные преимущества: математика служит инструментом точного описания и улучшения проектной части, а физика объясняет принцип работы и расчет энергетических характеристик.

Исследование показывает высокую эффективность (успешная защита проекта на базе ГБОУ «РЦШО «Завидово» по предмету «индивидуальный проект») проектной деятельности в формировании межпредметных навыков у школьников. Работа над реальным проектом (туристический генератор на элементах Пельтье) помогает ученикам объединять знания физики и математики для реального решения задачи. Таким образом, проекты, охватывающие несколько предметов, не только развивают умение работать с разными дисциплинами, но и повышают стремление учиться и применять знания на практике. Рекомендуется шире внедрять такой подход в уроки физики и математики в основной школе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомаз И.В. Методика межпредметной интеграции физики и математики при изучении механики в 7–9 классах: разработка и апробация // Пространство педагогических исследований. 2026. Т. 3. № 1. С. 26–44. URL: https://www.researchgate.net/publication/401445177.

2. Гительман Л.Д. Междисциплинарные компетенции менеджеров для технологического прорыва / Л.Д. Гительман, А.П. Исаев, М.В. Кожевников, Т.Б. Гаврилова // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2022. Т. 13, № 3. С. 260–277. DOI: 10.17747/2618-947X-2022-3-260-277. URL: https://www.jsdrm.ru/jour/article/view/1003 (дата обращения: 19.03.2026).

3. Основы проектной деятельности: методические указания для выполнения практических заданий и самостоятельной подготовки студента / Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. Омск: Издательство ОмГТУ, 2021 38 с.
4. Тверитина Т.С. Организация проектной деятельности учащихся при изучении физики и математики: дис. … магистра педагогики. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2019. 128 с. URL: https://elar.uspu.ru/bitstream/ru-uspu/61343/2/Tveritina2.pdf (дата обращения: 19.03.2026).
5. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования: утв. приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287. М.: Просвещение, 2021. 56 с.
6. Шульга Т.К. Актуальность использования межпредметных связей в курсах математики и физики в средней школе // Вестник Таганрогского института имени А. П. Чехова. 2020. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-ispolzovaniya-mezhpredmetnyh-svyazey-v-kursah-matematiki-i-fiziki-v-sredney-shkole (дата обращения: 19.03.2026).

Об авторе:
Некрасов Максим Иванович – аспирант ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (Россия, 170100, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33), e-mail: mnekrasov2019@gmail.com

Integration of project activities into the teaching of physics and mathematics: the development of interdisciplinary competence in schoolchildren

M.I. Nekrasov
Tver State University, Tver, Russia

This article analyzes the fragmented knowledge of schoolchildren when physics and mathematics are studied separately. It demonstrates the potential of project-based activities as a means of developing interdisciplinary physics and mathematics competencies in accordance with the Federal State Educational Standard. Using the example of the project "Tourist Generator with Peltier Elements," it demonstrates the integration of geometric methods (calculating the area of a trapezoid, the Pythagorean theorem) and physical principles (the Seebeck-Peltier effect, Ohm's law, and electrical circuit theory) to create a portable energy source. Modeling the optimal housing shape and calculating the energy characteristics are described. The high effectiveness of interdisciplinary projects in developing meta-subject skills and a sustained interest in the natural sciences is demonstrated. Recommendations for their implementation in physics and mathematics lessons in middle school are provided.

Keywords: *project activities, Federal State Educational Standard, interdisciplinary competence, integration of physics and mathematics, meta-subject skills, thermoelectric generator, competence diagnostics.*

About the author:
Nekrasov Maksim Ivanovich – postgraduate student, Tver State University (Russia, 170100, Tver, Zhelyabova St., 33), e-mail: mnekrasov2019@gmai.com

Дата поступления рукописи в редакцию: 16.04.2026.
Дата принятия рукописи в печать: 25.05.2026.