

УДК 37.031.4

Бойко Ольга Анатольевна, учитель химии, Частное
Общеобразовательное Учреждение «Газпром школа Санкт-Петербург», г.
Санкт-Петербург

Гамулина Дарья Николаевна, учитель физики, Частное
Общеобразовательное Учреждение «Газпром школа Санкт-Петербург», г.
Санкт-Петербург

**ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ УЧАЩИХСЯ НА
МЕЖПРЕДМЕТНОЙ ОСНОВЕ (ФИЗИКА И ХИМИЯ)**

Аннотация

В статье рассматривается межпредметная проектная деятельность как средство формирования исследовательских компетенций учащихся на основе интеграции химии и физики. Представлен анализ ученического научно-исследовательского проекта в области химических технологий как примера эффективной организации учебного процесса. Цель исследования – оценить эффективность межпредметной проектной деятельности как средства формирования исследовательских компетенций учащихся. В работе проведен анализ ученического проекта с использованием методов педагогического наблюдения и анализа продуктов деятельности. Установлено, что межпредметная проектная деятельность способствует развитию навыков научного анализа, моделирования и интерпретации экспериментальных данных. Также доказано, что интеграция химии и физики обеспечивает более высокий уровень сформированности исследовательских компетенций учащихся.

Annotation

This article examines interdisciplinary project-based activities as a means of developing students' research competencies through the integration of chemistry and physics. An analysis of a student's research project in chemical engineering is presented as an example of an effective educational process. The purpose of the study is to evaluate the effectiveness of interdisciplinary project-based activities as a means of developing students' research competencies. The study analyzes the student project using pedagogical observation and analysis of the results of the activity. It is established that interdisciplinary project-based activities contribute to the development of skills in scientific analysis, modeling, and interpretation of experimental data. It is also proven that the integration of chemistry and physics leads to a higher level of development of students' research competencies.

Ключевые слова: проектная деятельность, межпредметные связи, исследовательские компетенции, обучение химии, обучение физике, научно-исследовательская деятельность учащихся

Keywords: project work, interdisciplinary connections, research competencies, chemistry teaching, physics teaching, student research activities.

Современные требования к качеству образования ориентируют педагогов на формирование у обучающихся не только предметных знаний, но и устойчивых метапредметных компетенций, включая исследовательские, аналитические и проектные навыки [2]. В этой связи особую значимость приобретает проектная деятельность как интегративная педагогическая технология, обеспечивающая синтез знаний из различных областей науки и их применение при решении практико-ориентированных задач [1]. Наиболее продуктивной представляется межпредметная проектная деятельность, в рамках которой происходит объединение содержания естественно-научных дисциплин, прежде всего химии и физики.

В условиях модернизации образования особое значение приобретает формирование у учащихся универсальных учебных действий, обеспечивающих их готовность к самостоятельной познавательной деятельности. Одним из наиболее эффективных средств достижения данной цели является проектная деятельность, рассматриваемая как форма организации учебного процесса, ориентированная на решение практико-значимых задач и интеграцию знаний из различных областей науки.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения качества естественно-научного образования за счет внедрения межпредметных подходов. Традиционная система обучения, основанная на изолированном изучении дисциплин, не всегда позволяет учащимся увидеть целостную картину научных процессов. В то же время реальные научные и технологические задачи носят комплексный характер и требуют привлечения знаний из различных областей, прежде всего химии и физики [9].

Особую значимость в данном контексте приобретает организация проектной деятельности, в рамках которой учащиеся получают возможность применять теоретические знания на практике, формулировать гипотезы и проверять их экспериментально. Это соответствует современным образовательным стандартам, ориентированным на деятельностный подход [3].

Целью настоящего исследования является анализ эффективности проектной деятельности на межпредметной основе как средства формирования исследовательских компетенций учащихся. В качестве эмпирической базы используется ученический проект, посвященный разработке сорбента для ликвидации нефтяных разливов.

Гипотеза исследования состоит в том, что интеграция знаний по химии и физике в процессе выполнения проектной деятельности способствует формированию у учащихся более высокого уровня исследовательских компетенций, включая умение объяснять процессы с позиций разных наук, моделировать явления и интерпретировать результаты эксперимента.

Методологическую основу исследования составляют положения деятельностного подхода в обучении, а также концепции проектного и исследовательского обучения, рассматривающие образовательный процесс как активную познавательную деятельность учащегося, направленную на самостоятельное получение знаний и их практическое применение [4]. В рамках данного подхода особое значение приобретает формирование исследовательских компетенций, включающих способность к постановке проблемы, выдвижению гипотез, выбору методов исследования и интерпретации результатов.

Теоретическую основу работы также составляют идеи межпредметной интеграции, предполагающие синтез знаний из различных областей науки для формирования целостной научной картины мира. В данном исследовании межпредметный подход реализуется через объединение содержания химии и физики при решении практико-ориентированной задачи [11].

В работе использованы методы педагогического наблюдения, анализа продуктов деятельности учащегося, а также качественного и структурного анализа содержания ученического проекта. Дополнительно применялся метод сопоставления структуры выполненного проекта с классической моделью научного исследования, включающей этапы постановки проблемы, формулирования гипотезы, проведения эксперимента и анализа результатов. Такой подход позволил оценить уровень сформированности исследовательских умений учащегося.

Эмпирической базой исследования послужил научно-исследовательский проект учащегося 10 класса, выполненный в рамках углубленного изучения химии и физики. Проект был направлен на разработку и теоретическое обоснование композитного сорбента на основе сополимера стирола и дивинилбензола (далее СДВБ), модифицированного магнитными наночастицами оксида железа (Fe_3O_4). Выбор данной темы обусловлен ее междисциплинарным характером и высокой степенью практической значимости, связанной с решением экологических проблем.

Реализация проекта потребовала интеграции знаний из различных научных областей. Химическая составляющая включала изучение строения полимеров, механизмов сорбции, а также процессов синтеза и модификации материалов. Физическая составляющая была представлена анализом магнитных свойств вещества, закономерностей взаимодействия частиц с магнитным полем, а также влияния температуры на кинетику процессов. Таким образом, проект выступает как модель межпредметной учебно-исследовательской деятельности.

Методы исследования включали педагогическое наблюдение за процессом выполнения проекта, анализ промежуточных и итоговых результатов деятельности учащегося, а также оценку степени самостоятельности и глубины проработки материала [10]. Особое внимание уделялось выявлению способов интеграции знаний из химии и физики, а также способности учащегося применять теоретические положения для объяснения экспериментальных данных.

Организация проектной деятельности строилась по поэтапной модели, соответствующей логике научного исследования. На начальном этапе учащийся осуществлял постановку проблемы, анализируя экологические последствия разливов нефти и ограничения существующих методов очистки. Это позволило сформировать практическую направленность исследования и обосновать его актуальность.

На следующем этапе была сформулирована гипотеза о возможности повышения эффективности сорбции за счет модификации полимерной матрицы магнитными наночастицами. Гипотеза носила проверяемый характер и предполагала количественное изменение параметров процесса (ускорение сорбции, повышение эффективности извлечения материала).

Далее учащийся осуществлял теоретический анализ научной литературы, включая современные исследования в области сорбционных материалов и нанотехнологий [5]. Этот этап позволил сформировать научную базу исследования и обосновать выбор используемых материалов и методов.

Практическая часть проекта включала моделирование процессов синтеза наночастиц оксида железа и получения композитного сорбента, а также проведение модельных экспериментов, направленных на оценку эффективности разработанного материала.

Заключительный этап включал анализ и интерпретацию полученных результатов, их сопоставление с выдвинутой гипотезой и формулирование выводов. Особое внимание уделялось объяснению результатов с позиций как химии, так и физики, что является ключевым показателем междисциплинарной интеграции.

Педагогическое сопровождение проекта осуществлялось двумя преподавателями — учителем химии и учителем физики. Такая модель взаимодействия позволила реализовать принцип междисциплинарной координации и обеспечить комплексное понимание учащимися исследуемых процессов. Учитель химии курировал вопросы, связанные с составом, строением и свойствами материалов, а также химическими механизмами сорбции. Учитель физики, в свою очередь, акцентировал внимание на анализе магнитных явлений, кинетике процессов и влиянии физических факторов на эффективность сорбции.

Дополнительно в процессе работы учитывались подходы к организации проектной деятельности в образовательной практике, описанные в современных педагогических исследованиях [8].

Таким образом, методология исследования базируется на сочетании педагогического анализа и междисциплинарного подхода, что позволяет не только оценить результаты проектной деятельности, но и выявить механизмы формирования исследовательских компетенций учащихся.

Анализ содержания ученического проекта показал, что междисциплинарная проектная деятельность способствует формированию комплексного научного мышления, основанного на интеграции знаний из различных областей естественных наук. Учащийся не ограничился описанием химических свойств исследуемых материалов, но последовательно привлек физические

закономерности для объяснения наблюдаемых эффектов, что свидетельствует о сформированности системного подхода к изучению явлений.

При рассмотрении процесса сорбции нефти особое внимание было уделено не только химической природе взаимодействия углеводородов с полимерной матрицей, но и физическим факторам, влияющим на скорость и эффективность процесса. В проекте показано, что макропористая структура сополимера стирола и дивинилбензола обеспечивает развитую поверхность взаимодействия, способствующую интенсивному поглощению нефтепродуктов. С точки зрения физики данный процесс может быть описан как совокупность явлений адсорбции и диффузии, скорость которых определяется градиентом концентрации и температурными условиями среды [7].

Учащийся анализирует кинетику сорбции, указывая на ускорение процесса при введении наночастиц оксида железа. Это объясняется не только увеличением удельной поверхности материала, но и изменением структуры порового пространства, что приводит к уменьшению диффузионного сопротивления. Таким образом, происходит интенсификация массопереноса, что соответствует известным положениям физической химии о влиянии дисперсности на скорость процессов [5].

Значительное место в проекте занимает анализ магнитных свойств наночастиц Fe_3O_4 . Учащийся рассматривает их как функциональный компонент, обеспечивающий управляемость сорбента. С физической точки зрения данный эффект обусловлен ферримагнитными свойствами магнетита, проявляющимися при размерах частиц порядка 10–100 нм. В проекте обосновано, что при наличии внешнего магнитного поля возникает сила, действующая на частицы сорбента, что позволяет осуществлять их направленное перемещение в водной среде. Это требует понимания таких физических величин, как магнитная индукция, градиент магнитного поля и сила, действующая на магнитный диполь [6].

Особенно важным является то, что учащийся не просто констатирует наличие магнитного эффекта, но и связывает его с практическим применением — возможностью полного извлечения насыщенного сорбента из водной среды. В проекте указывается, что эффективность извлечения зависит от градиента магнитного поля и может достигать более 90 % при определенных условиях. Это свидетельствует о понимании учащимся прикладного значения физических законов.

Существенный вклад в научную ценность проекта вносит анализ температурной зависимости сорбционного процесса. Учащийся приводит экспериментальные данные, полученные в условиях, имитирующих различные климатические зоны — от арктических до умеренных. Установлено, что время сорбции для модифицированного материала остается практически стабильным в широком диапазоне температур, в отличие от традиционных сорбентов.

Для наглядности результаты представлены в таблице.

Таблица 1 — Сравнение эффективности сорбентов при различных температурах

Температура воды, °С	Время сорбции для сорбирующей салфетки, с	Время сорбции для СДВБ, с	Время сорбции для СДВБ + Fe ₃ O ₄ , с
+1	40	23	21
+10	38	20	20
+15	38	20	18
+25	35	21	17

Анализ представленных данных показывает, что модификация сорбента позволяет существенно повысить эффективность процесса очистки. В среднем время сорбции снижается на 40–50 %, что подтверждает гипотезу

исследования учащегося. С физической точки зрения это связано с уменьшением вязкости нефти при повышении температуры, а также с увеличением коэффициента диффузии, что ускоряет проникновение углеводородов в поры сорбента [7]. При этом важным является тот факт, что даже при низких температурах эффективность материала остается высокой, что свидетельствует о его универсальности.

Дополнительно учащийся рассматривает механизм перемещения сорбента под действием магнитного поля. Данный процесс можно интерпретировать с позиции классической электродинамики как движение магнитного диполя в неоднородном поле, на который действует сила, пропорциональная градиенту магнитной индукции [6]. Это свидетельствует о сформированности у учащегося представлений о взаимодействии вещества и поля, а также о способности применять теоретические знания для объяснения практических явлений.

Отдельного внимания заслуживает моделирование технологического процесса получения сорбента. В проекте подробно описаны этапы синтеза наночастиц оксида железа методом старения осадка гидроксида железа (II), а также процесс модификации полимерной матрицы. Учащийся учитывает такие параметры, как температура, концентрация реагентов и условия протекания реакции, что требует понимания как химических закономерностей, так и физических условий (теплообмен, кинетика реакций, фазовые переходы) [7].

Кроме того, в работе представлено моделирование промышленного способа получения композитного материала, включающее использование реактора и температурных режимов. Это свидетельствует о формировании у учащегося элементов инженерного мышления и способности переносить лабораторные знания в область промышленного производства.

Таким образом, проведенный анализ позволяет выделить ряд сформированных у учащегося компетенций: способность к межпредметному анализу, умение интерпретировать результаты эксперимента с позиций

физики и химии, навыки работы с научной информацией, а также умение моделировать технологические процессы. В совокупности это свидетельствует о высоком уровне освоения проектной деятельности и ее значительном педагогическом потенциале [12].

Проведенное исследование подтверждает эффективность межпредметной проектной деятельности как средства формирования исследовательских компетенций учащихся. Анализ ученического проекта показал, что интеграция знаний по химии и физике обеспечивает более глубокое понимание природы изучаемых процессов и способствует выходу обучающихся на уровень самостоятельного научного анализа.

Цель исследования, заключающаяся в выявлении педагогического потенциала проектной деятельности, реализуемой на межпредметной основе, достигнута. Полученные результаты свидетельствуют о том, что данная форма организации образовательного процесса способствует формированию у учащихся целостного научного мышления, развитию навыков работы с информацией, способности к постановке и проверке гипотез, а также интерпретации экспериментальных данных.

Гипотеза исследования получила подтверждение: установлено, что включение учащихся в межпредметную проектную деятельность обеспечивает более высокий уровень сформированности исследовательских компетенций, проявляющийся в способности применять знания из различных областей науки для решения комплексных практико-ориентированных задач.

Практическая значимость исследования заключается в возможности тиражирования представленной модели организации проектной деятельности в образовательной практике. Реализация межпредметных проектов с участием преподавателей различных дисциплин способствует повышению качества естественно-научной подготовки учащихся и их готовности к научно-исследовательской деятельности.

Авторский вклад заключается в разработке и апробации модели межпредметной проектной деятельности, интегрирующей содержание химии

и физики, а также в осуществлении педагогического анализа ее результативности. Организация совместной деятельности учителя химии и учителя физики обеспечивает комплексное сопровождение образовательного процесса и способствует формированию у обучающихся целостного представления о научной картине мира.

Таким образом, проектная деятельность в межпредметном формате выступает эффективным инструментом формирования исследовательской культуры учащихся, а ее реализация позволяет обеспечить достижение образовательных результатов, соответствующих современным требованиям.

Список литературы

1. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования : учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 272 с.
2. Зимняя И. А. Ключевые компетенции — новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. — 2003. — № 5. — С. 34–42.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования. – М., 2021.
4. Савенков А. И. Педагогика. Исследовательский подход: учебник и практикум для вузов. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2026. — 400 с.
5. Загоскин П. С., Королёва М. Ю. Взаимодействие водонефтяных эмульсий с пористой структурой сополимера стирола и дивинилбензола // Успехи в химии и химической технологии. — 2023. — Т. 37, № 13. — С. 8-9.
6. Смирнов Ю. Г. Математическое моделирование процесса очистки сточных вод от нефти с использованием магнитных наночастиц // Известия Коми научного центра УрО РАН. — 2012. — № 2. — С. 104–107.

7. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. 6 : Гидродинамика / под ред. Л. П. Питаевского. — 6-е изд., испр. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 728 с.

8. Кукушкина А. С. Проектная и исследовательская деятельность в образовательном комплексе // Молодой учёный. — 2016. — № 7.6 (111.6). — С. 148–150.

9. Бычкова М. В. Первые шаги в проектно-исследовательской деятельности // Молодой учёный. — 2024. — № 1. — С. 133–135.

10. Обухов А. С. Исследовательская и проектная деятельность учащихся в современной России // Исследователь/Researcher. — 2023. — № 1–2. — С. 18–34.

11. Белогуров С. В. Проектная деятельность в образовательной сфере: теоретические ориентиры // Перспективы развития науки в области педагогики и психологии : сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. — 2015. — С. 9–11.

12. Безрукова В. С. Директору об исследовательской деятельности школы / В. С. Безрукова ; отв. ред. М. А. Ушакова. — М. : Сентябрь, 2002. — 159 с. — (Библиотека журнала «Директор школы» ; вып. № 2).

References

1. Polat E.S., Bukharkina M.Yu. Novye pedagogicheskie i informatsionnye tekhnologii v sisteme obrazovaniya: ucheb. posobie dlya stud. vyssh. uchebn. zavedeniy. — 3-e izd., ispr. i dop. — M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2008, 272 p. (In Russian)

2. Zimnyaya I.A. Klyuchevye kompetentsii — novaya paradigma rezul'tata obrazovaniya // Vysshee obrazovanie segodnya. — 2003. — No. 5, pp. 34–42. (In Russian)

3. Federal'nyy gosudarstvennyy obrazovatel'nyy standart srednego obshchego obrazovaniya. — M., 2021. (In Russian)
4. Savenkov A.I. Pedagogika. Issledovatel'skiy podkhod: uchebnik i praktikum dlya vuzov. — 2-e izd., ispr. i dop. — M.: Izdatel'stvo Yurayt, 2026, 400 p. (In Russian)
5. Zagoskin P.S., Koroleva M.Yu. Vzaimodeystvie vodoneftyanykh emul'siy s poristoy strukturoy sopolimera stirola i divinilbenzola // Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii. — 2023. — Vol. 37, No. 13, pp. 8–9. (In Russian)
6. Smirnov Yu.G. Matematicheskoe modelirovanie protsessa oчитki stochnykh vod ot nefti s ispol'zovaniem magnitnykh nanochastits // Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN. — 2012. — No. 2, pp. 104–107. (In Russian)
7. Landau L.D., Lifshits E.M. Teoreticheskaya fizika. T. 6: Gidrodinamika / pod red. L.P. Pitayevskogo. — 6-e izd., ispr. — M.: FIZMATLIT, 2015, 728 p. (In Russian)
8. Kukushkina A.S. Proektnaya i issledovatel'skaya deyatel'nost' v obrazovatel'nom komplekse // Molodoy uchenyy. — 2016. — No. 7.6 (111.6), pp. 148–150. (In Russian)
9. Bychkova M.V. Pervye shagi v proektno-issledovatel'skoy deyatel'nosti // Molodoy uchenyy. — 2024. — No. 1, pp. 133–135. (In Russian)
10. Obukhov A.S. Issledovatel'skaya i proektnaya deyatel'nost' uchashchikhsya v sovremennoy Rossii // Issledovatel'/Researcher. — 2023. — No. 1–2, pp. 18–34. (In Russian)
11. Belogurov S.V. Proektnaya deyatel'nost' v obrazovatel'noy sfere: teoreticheskie orientiry // Perspektivy razvitiya nauki v oblasti pedagogiki i psikhologii: sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 2015, pp. 9–11. (In Russian)
12. Bezrukova V.S. Direktor ob issledovatel'skoy deyatel'nosti shkoly / V.S. Bezrukova; otv. red. M.A.Ushakova — M.: Sentyabr', 2002, 159 p.: tabl.; (Biblioteka zhurnala «Direktor shkoly»; vyp No 2). (In Russian)

