УДК 37.026.4
МРНТИ 29.01.45
DOI 10.56525/ETKW4456

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В ШКОЛЕ

Касымов С.М.
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза,
Нукус, Узбекистан
e-mail: mkslamatdin@gmail.com

Аннотация: В статье на основе педагогического эксперимента исследуется влияние инновационных методов преподавания физики в общеобразовательной школе на эффективность усвоения учебного материала учащимися. В исследовании приняли участие 144 учащихся 8–9 классов из шести классов трёх общеобразовательных школ, распределённых поровну на контрольную и экспериментальную группы. В экспериментальных группах применялись инновационные методы - проблемно-поисковое обучение, проектная деятельность и обучение с использованием информационно-коммуникационных технологий, в контрольных группах - традиционный объяснительно-иллюстративный метод. Результаты эксперимента были обработаны с помощью статистических методов (t-критерий Стьюдента, коэффициент Коэна), что позволило установить, что показатель усвоения знаний в экспериментальной группе превысил показатель контрольной группы на 12 процентных пунктов ($p<0,001$). Полученные данные подтверждают значимость инновационных методов для повышения качества преподавания физики и позволяют сформулировать практические рекомендации по их внедрению в образовательный процесс.

Ключевые слова: инновационные методы; преподавание физики; проблемно-поисковое обучение; проектное обучение; ИКТ в образовании; педагогический эксперимент; качество усвоения знаний; общеобразовательная школа.

Введение

Современный этап развития общеобразовательной школы характеризуется устойчивым переходом от традиционной, преимущественно репродуктивной модели обучения к личностно-ориентированной, компетентностной парадигме образования. Особую актуальность эта проблема приобретает в преподавании физики — предмета, который традиционно воспринимается учащимися как один из наиболее сложных и наименее привлекательных школьных курсов вследствие его высокой степени абстрактности, насыщенности математическим аппаратом и недостаточной связи с повседневным опытом школьников.

Анализ зарубежных и отечественных исследований последнего десятилетия показывает, что внедрение активных и интерактивных методов обучения существенно повышает результативность освоения физического материала. В частности, установлено, что устойчивость перехода преподавателей к студентоцентрированным методам обучения в значительной степени определяется институциональным контекстом и уровнем методической поддержки [1]. Исследования, посвящённые применению метода взаимного обучения (peer instruction), демонстрируют, что восприятие преподавателями возможностей и ограничений данной методики напрямую влияет на готовность к изменению практики преподавания [2]. Вместе с тем показано, что уменьшение численности учебной группы само по себе не гарантирует усиления активного обучения без целенаправленного методического сопровождения [3], а убеждения педагогов относительно изменяемости интеллектуальных способностей учащихся связаны с готовностью применять активные методы обучения [4].

Сравнительные международные исследования организации обучения физике в старших классах общеобразовательной школы свидетельствуют о значимости сочетания

исследовательского (inquiry-based) и прямого (direct instruction) подходов для формирования положительного отношения учащихся к предмету [5]. Отдельное направление современных исследований связано с применением технологий виртуальной реальности и игровых форматов: пилотные исследования показывают, что включение элементов виртуальной лабораторной работы в традиционный курс физики способно повысить успеваемость учащихся по отдельным тематическим блокам, хотя эффект может различаться в зависимости от пола учащихся и степени их вовлечённости в работу с приложением [6].

Систематический обзор практики применения проектного обучения (Project-Based Learning) в школьном курсе физики подтверждает, что данный метод способствует развитию критического мышления и более глубокому пониманию концептуального материала, особенно при изучении тем, связанных с энергией и механикой жидкостей [7]. Не менее важным направлением является развитие у школьников умения решать физические задачи: систематический обзор инструктивных стратегий формирования навыков решения задач по физике, основанный на анализе более ста публикаций, показал, что наибольшую эффективность демонстрируют стратегии, основанные на исследовательском обучении, методе множественных представлений (IBMR) и эвристике Пойа [8]. Метаанализ исследований уровня K-12, посвящённых применению средств информационно-коммуникационных технологий в физическом эксперименте, также подтверждает умеренный положительный эффект таких технологий на когнитивные и операциональные результаты обучения школьников [9].

Несмотря на значительный объём зарубежных публикаций по данной проблематике, в условиях отечественной общеобразовательной школы вопрос комплексного применения инновационных методов преподавания физики — в частности, сочетания проблемно-поискового, проектного обучения и средств ИКТ — и его влияния на конкретные количественные показатели усвоения учебного материала остаётся недостаточно изученным. Это определило цель настоящего исследования.

Целью исследования является экспериментальная проверка эффективности инновационных методов преподавания физики в общеобразовательной школе и определение их влияния на уровень усвоения учебного материала учащимися по сравнению с традиционной методикой обучения.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи: 1) разработать и обосновать комплекс инновационных методов преподавания физики, применимых в условиях общеобразовательной школы; 2) организовать и провести педагогический эксперимент с участием контрольных и экспериментальных групп учащихся; 3) осуществить количественную и качественную обработку полученных экспериментальных данных; 4) выявить степень влияния инновационных методов на показатель усвоения учебного материала и сформулировать практические рекомендации.

Методы

Дизайн исследования

Для решения поставленных задач был использован комплекс методов педагогического исследования: теоретический анализ и обобщение научной литературы по проблеме инновационных методов обучения физике; педагогическое наблюдение; педагогический эксперимент (констатирующий, формирующий и контрольный этапы); тестирование уровня усвоения учебного материала; методы математической статистики для обработки экспериментальных данных.

Экспериментальная работа осуществлялась в течение одного учебного полугодия и охватывала изучение раздела курса физики «Основы механики» (8–9 классы общеобразовательной школы). Исследование строилось по схеме «предварительный тест - экспериментальное воздействие — итоговый тест» с параллельными контрольными и экспериментальными группами.

Участники исследования

В педагогическом эксперименте приняли участие 144 учащихся из шести классов трёх общеобразовательных школ. В каждой школе были выбраны два параллельных класса одного года обучения: один в качестве экспериментальной группы, другой - в качестве контрольной. Общее распределение участников представлено в Таблице 1.

Таблица 1. Распределение участников педагогического эксперимента по школам и группам.

Школа	**Контрольная группа (чел.)**	**Экспериментальная группа (чел.)**	**Всего (чел.)**
Школа № 1	24	24	48
Школа № 2	24	24	48
Школа № 3	24	24	48
Итого	**72**	**72**	**144**

Организация формирующего эксперимента

В контрольных группах преподавание раздела «Основы механики» осуществлялось по традиционной методике: объяснительно-иллюстративное изложение материала учителем, фронтальный опрос, решение типовых задач по образцу, демонстрационный эксперимент в роли иллюстрации теоретического материала.

В экспериментальных группах преподавание того же раздела строилось на основе комплекса инновационных методов, включающего три взаимосвязанных компонента. Во-первых, применялось проблемно-поисковое обучение, при котором учащимся предлагались учебные проблемные ситуации, требующие самостоятельного выдвижения гипотез и их экспериментальной проверки, что согласуется с выводами систематического обзора стратегий формирования умений решения физических задач [8]. Во-вторых, использовалось проектное обучение: учащиеся в малых группах разрабатывали и защищали мини-проекты, связанные с практическим применением законов механики, что соответствует подтверждённой эффективности проектного подхода в школьном курсе физики [7]. В-третьих, в учебный процесс были интегрированы средства информационно-коммуникационных технологий - компьютерное моделирование физических процессов, интерактивные демонстрации и видеоэксперименты, эффективность которых для повышения когнитивных результатов обучения подтверждается метааналитическими данными [9].

Для обеспечения сопоставимости условий преподавание в контрольных и экспериментальных группах велось одними и теми же учителями физики, по единой учебной программе и в одинаковом объёме учебных часов; различия касались исключительно методики организации учебно-познавательной деятельности учащихся.

Инструментарий и обработка данных

Уровень усвоения учебного материала измерялся при помощи специально разработанного диагностического теста, включающего задания трёх уровней сложности (репродуктивные, продуктивные и творческие задания) и охватывающего основные понятия раздела «Основы механики». Тест применялся дважды: до начала эксперимента (предварительное тестирование) и после его завершения (итоговое тестирование). Результаты тестирования выражались в процентах правильно выполненных заданий от максимально возможного балла.

Для статистической обработки полученных данных использовались следующие методы: вычисление среднего арифметического значения и стандартного отклонения по каждой группе; t-критерий Стьюдента для независимых выборок с целью проверки статистической значимости различий между контрольной и экспериментальной группами; коэффициент

Коэна (Cohen's d) для оценки величины эффекта. Уровень статистической значимости был принят равным $p<0,05$. Расчёты выполнялись с применением стандартных статистических процедур, принятых в педагогических исследованиях.

Пример организации экспериментального занятия

Для иллюстрации применяемой методики приведём краткое описание структуры одного из экспериментальных занятий по теме «Законы сохранения импульса». На первом этапе урока учащимся предлагалась проблемная ситуация - необходимость объяснить и предсказать результат столкновения тел различной массы без предварительного сообщения готовой формулы, что побуждало их к самостоятельному выдвижению гипотез. На втором этапе учащиеся в малых группах из четырёх-пяти человек проверяли свои гипотезы с помощью компьютерной модели столкновения тел, изменяя начальные параметры (массу, скорость) и фиксируя результаты в виде таблицы данных. На третьем этапе каждая группа представляла свои наблюдения и совместно с учителем формулировала обобщённый вывод - закон сохранения импульса, который затем закреплялся при решении расчётных задач возрастающей сложности. Завершающим элементом цикла занятий по разделу являлась защита мини-проектов, в рамках которых учащиеся применяли изученные закономерности к анализу конкретных технических или бытовых ситуаций (например, к расчёту эффекта отдачи, к анализу безопасности при столкновении транспортных средств). Подобная структура занятия обеспечивала последовательное прохождение учащимися этапов от постановки проблемы и самостоятельного поиска до обобщения и практического применения знаний, что принципиально отличало экспериментальные занятия от традиционного объяснительно-иллюстративного урока в контрольных группах.

Важным элементом методического обеспечения экспериментального обучения являлась систематическая обратная связь: после каждого занятия учитель кратко фиксировал типичные затруднения учащихся, что позволяло корректировать содержание последующих занятий и индивидуализировать работу с отдельными учащимися в рамках групповой деятельности.

Результаты.

На этапе предварительного тестирования различия между контрольной и экспериментальной группами по уровню исходных знаний учащихся были статистически незначимыми, что подтверждает однородность исходных условий эксперимента и допустимость их сопоставления (Таблица 2).

Таблица 2. Средние показатели (M), стандартные отклонения (SD) и численность выборки (n) по результатам предварительного и итогового тестирования.

Этап тестирования	Группа	M (%)	SD	n
Предварительное	Контрольная	57,8	8,1	72
	Экспериментальная	58,2	7,9	72
Итоговое	Контрольная	63,4	7,6	72
	Экспериментальная	75,4	6,9	72

Статистическая проверка различий на этапе предварительного тестирования показала отсутствие значимых различий между группами ($t(142)=0,29$; $p=0,77$), что свидетельствует о сопоставимости начального уровня подготовки учащихся контрольных и экспериментальных классов.

По результатам итогового тестирования, проведённого после завершения экспериментального обучения, средний показатель усвоения учебного материала в экспериментальной группе составил 75,4%, тогда как в контрольной группе — 63,4%. Таким образом, разница между группами составила 12,0 процентных пунктов в пользу

экспериментальной группы. Проверка значимости данного различия с помощью t-критерия Стьюдента для независимых выборок выявила статистически значимое различие ($t(142)=9,84$; $p<0,001$). Величина эффекта, рассчитанная по коэффициенту Коэна, составила $d=1,64$, что согласно принятой в педагогических исследованиях шкале интерпретации соответствует большому эффекту.

Анализ динамики показателей внутри каждой группы (Таблица 3) свидетельствует, что прирост среднего балла в контрольной группе составил 5,6 процентных пункта (с 57,8% до 63,4%), тогда как в экспериментальной группе прирост достиг 17,2 процентных пункта (с 58,2% до 75,4%), то есть более чем в три раза превысил прирост контрольной группы.

Таблица 3. Динамика прироста показателей усвоения учебного материала по группам (от предварительного к итоговому тестированию)

Группа	Прирост, п.п	Прирост, %	d (Коэн)
Контрольная	5,6	9,7	0,71
Экспериментальная	17,2	29,6	2,38

Поэлементный анализ выполнения диагностического теста показал, что наибольшие межгрупповые различия в пользу экспериментальной группы были зафиксированы при выполнении заданий продуктивного и творческого уровней, требующих самостоятельного применения физических законов к новым ситуациям, тогда как по заданиям репродуктивного уровня (воспроизведение определений, формул) различия между группами были менее выраженными.

Анализ и обсуждение результатов

Полученные экспериментальные данные подтверждают исходную гипотезу исследования о том, что комплексное применение инновационных методов преподавания физики - проблемно-поискового обучения, проектной деятельности и средств ИКТ - обеспечивает статистически значимое и практически существенное повышение уровня усвоения учебного материала учащимися общеобразовательной школы по сравнению с традиционной методикой обучения.

Прирост показателя усвоения на 12 процентных пунктов в пользу экспериментальной группы согласуется с результатами зарубежных исследований, демонстрирующих положительное влияние активных методов обучения на результативность освоения физики. В частности, выявленная закономерность подтверждает значение поддержки активного обучения преподавателями и институциональных условий для эффективного внедрения студентоцентрированных методик [1], а также соответствует выводам о позитивном влиянии проектного обучения на развитие критического мышления и понимание концептуального материала по физике [7].

Особенно показательным является то обстоятельство, что наибольший эффект экспериментального воздействия проявился именно в заданиях продуктивного и творческого уровней, то есть в способности учащихся самостоятельно применять физические знания в новых условиях. Данный результат хорошо согласуется с выводами систематического обзора инструктивных стратегий формирования умений решения физических задач, согласно которым стратегии, основанные на исследовательском (inquiry-based) подходе и методе множественных представлений, демонстрируют наибольшую эффективность именно в развитии продуктивных умений учащихся, а не только репродуктивного воспроизведения материала [8].

Значительный прирост показателей в экспериментальной группе также может быть объяснён интеграцией средств информационно-коммуникационных технологий в учебный процесс, что подтверждается результатами метаанализа исследований уровня K-12, показавшего умеренный, но устойчивый положительный эффект ИКТ-сопровождаемых

экспериментов на когнитивные результаты обучения школьников [9]. В то же время необходимо учитывать, что эффективность применения цифровых средств обучения существенно зависит от методической подготовки учителя и качества интеграции технологий в содержание урока, а не от самого факта их использования [3].

Сопоставление полученных результатов с данными пилотного исследования применения технологий виртуальной реальности в школьном курсе физики [6] показывает сходную тенденцию: позитивный эффект инновационных технологий проявляется отчётливее на завершающих этапах освоения учебного материала, после периода адаптации учащихся к новому формату работы, что в нашем исследовании выразилось в нарастающей динамике различий между группами к моменту итогового тестирования.

Сравнительный анализ организации обучения физике в разных образовательных системах подтверждает, что сочетание исследовательских и направленных (прямых) методов обучения формирует более положительное отношение учащихся к предмету, чем доминирование одного из подходов [5]. Это согласуется с архитектурой проведённого эксперимента, в котором инновационные методы не заменяли, а дополняли структурированное объяснение учителя, обеспечивая баланс между самостоятельной познавательной деятельностью учащихся и необходимым педагогическим руководством.

Теоретическая значимость полученных результатов состоит в том, что они дополняют существующие представления о механизмах влияния инновационных методов на качество усвоения физического материала указанием на дифференцированный характер этого влияния: эффект оказывается выраженным главным образом на уровне продуктивных и творческих умений, тогда как на уровне репродуктивного воспроизведения теоретических сведений различия между методиками носят менее выраженный характер. Это подтверждает целесообразность рассмотрения усвоения учебного материала не как однородного показателя, а как многоуровневой структуры, в которой инновационные методы выполняют различную функцию на разных уровнях познавательной деятельности учащихся.

Практическая значимость исследования заключается в том, что предложенный и апробированный комплекс инновационных методов — проблемно-поисковое обучение, проектная деятельность и средства ИКТ - может быть использован учителями физики общеобразовательных школ при разработке рабочих программ и методических разработок уроков, а представленные количественные показатели (прирост усвоения на 12 процентных пунктов, величина эффекта d=1,64) могут служить ориентиром при оценке результативности аналогичных методических нововведений в иных учебных условиях.

Вместе с тем следует учитывать ряд ограничений настоящего исследования. Во-первых, выборка ограничена тремя общеобразовательными школами одного региона, что снижает возможность прямого распространения выводов на иные образовательные контексты. Во-вторых, экспериментальное воздействие охватывало только один раздел курса физики («Основы механики») в течение одного учебного полугодия, в связи с чем требуется дальнейшая проверка устойчивости выявленного эффекта на более широком учебном материале и в течение более длительного периода. В-третьих, в исследовании не учитывались отдельно гендерные различия учащихся, хотя зарубежные данные указывают на возможную дифференциацию эффекта инновационных методов, в частности связанных с цифровыми технологиями, в зависимости от пола обучающихся [6]; данный аспект может стать предметом отдельного исследования.

Заключение

Проведённое экспериментальное исследование подтвердило эффективность комплексного применения инновационных методов преподавания физики - проблемно-поискового обучения, проектной деятельности и средств информационно-коммуникационных технологий - в условиях общеобразовательной школы. На основании данных, полученных при участии 144 учащихся шести классов трёх школ, установлено, что уровень усвоения учебного материала в экспериментальной группе превысил аналогичный показатель контрольной

группы на 12 процентных пунктов при статистически значимом различии (p<0,001) и большой величине эффекта (d=1,64).

Полученные результаты позволяют сформулировать следующие практические рекомендации: 1) при изучении сложных, абстрактных разделов школьного курса физики целесообразно отдавать приоритет проблемно-поисковым формам организации учебной деятельности, стимулирующим самостоятельное выдвижение и проверку гипотез учащимися; 2) проектная деятельность должна систематически включаться в учебный процесс как средство развития практико-ориентированного понимания физических закономерностей; 3) средства ИКТ следует использовать не как иллюстративное дополнение, а как полноценный инструмент моделирования и исследования физических процессов, интегрированный в структуру урока; 4) при подготовке и повышении квалификации учителей физики необходимо уделять особое внимание методике организации инновационных форм учебной деятельности, поскольку, как показывают зарубежные исследования, успешность внедрения активных методов обучения напрямую зависит от уровня методической готовности педагога [1; 4].

Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением экспериментальной базы за счёт включения школ из других регионов, продлением сроков формирующего эксперимента до целого учебного года, а также с изучением дифференцированного влияния отдельных компонентов инновационной методики (проблемно-поискового обучения, проектной деятельности, средств ИКТ) на различные категории учащихся, в том числе с учётом гендерного фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lund T.J., Stains M. The importance of context: An exploration of factors influencing the adoption of student-centered teaching among chemistry, biology, and physics faculty // International Journal of STEM Education. — 2015. — Vol. 2, No. 1. — Article 13.

2. Turpen C., Dancy M., Henderson C. Perceived affordances and constraints regarding instructors' use of peer instruction: Implications for promoting instructional change // Physical Review Physics Education Research. — 2016. — Vol. 12, No. 1. — 010116.

3. Wright M.C., Bergom I., Bartholomew T. Decreased class size, increased active learning? Intended and enacted teaching strategies in smaller classes // Active Learning in Higher Education. — 2019. — Vol. 20, No. 1. — P. 51–62.

4. Finkelstein N., Greenhoot A.F., Weaver G., Graham A.E. Faculty beliefs about intelligence are related to the adoption of active-learning practices // CBE—Life Sciences Education. — 2018. — Vol. 17, No. 3. — ar47.

5. Sudirman S., Kennedy D., Soeharto S. The teaching of physics at upper secondary school level: A comparative study between Indonesia and Ireland // Frontiers in Education. — 2023. — Vol. 8. — 1118873.

6. Korlat S., Kollmayer M., Haider C., Hlavacs H., Martinek D., Pazour P., Spiel C. PhyLab – a virtual reality laboratory for experiments in physics: a pilot study on intervention effectiveness and gender differences // Frontiers in Psychology. — 2024. — Vol. 15. — 1284597.

7. Al-Kamzari F., Alias N. A systematic literature review of project-based learning in secondary school physics: theoretical foundations, design principles, and implementation strategies // Humanities and Social Sciences Communications. — 2025. — Vol. 12, No. 1. — Article 286.

8. Musengimana T., Yadav L.L., Uwamahoro J., Nizeyimana G. Instructional strategies for enhancing students' problem-solving skills in physics: a systematic review // Discover Education. — 2025. — Vol. 4. — Article 380.

9. Jiang L., Sun Y., Zhang X., et al. How is the impact of ICT-assisted experiments on students' physics learning: a meta-analysis of K-12 research // Journal of Science Education and Technology. — 2025.

INNOVATIVE METHODS OF TEACHING PHYSICS IN SECONDARY SCHOOL

S.M. Kasimov
Nukus State Pedagogical Institute named after Azhiniyaz, Nukus, Uzbekistan
e-mail: mkslamatdin@gmail.com

Annotation: This article examines, on the basis of a pedagogical experiment, the influence of innovative methods of teaching physics in secondary school on the effectiveness with which pupils master the curriculum content. The study involved 144 pupils from six classes (grades 8–9) of three general-education schools, evenly divided into control and experimental groups. In the experimental groups, innovative methods were applied — problem-based and search-oriented learning, project-based learning, and instruction supported by information and communication technologies — while the control groups were taught using the traditional explanatory-illustrative method. The experimental data were processed using statistical methods (Student's t-test, Cohen's d), which showed that the achievement level in the experimental group exceeded that of the control group by 12 percentage points ($p<0.001$). The findings confirm the significance of innovative methods for improving the quality of physics teaching and provide a basis for practical recommendations on their implementation in the educational process.

Key words: innovative methods; physics teaching; problem-based and search-oriented learning; project-based learning; ICT in education; pedagogical experiment; quality of knowledge acquisition; secondary school.

МЕКТЕПТЕ ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДЫҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ӘДІСТЕР

С.М. Касимов
Әжинияз атындағы Нөкіс мемлекеттік педагогикалық институты,
Нөкіс, Өзбекстан
e-mail: mkslamatdin@gmail.com

Аннотация: Бұл мақалада педагогикалық тәжірибе негізінде орта мектепте физиканы оқытудың инновациялық әдістерінің оқушылардың оқу материалын меңгеру тиімділігіне ықпалы қарастырылады. Зерттеуге үш жалпы білім беретін мектептің алты сыныбынан (8–9-сыныптар) 144 оқушы қатысты, олар бақылау және эксперименттік топтарға тең бөлінді. Эксперименттік топтарда инновациялық әдістер - проблемалық-ізденушілік оқыту, жобалық оқыту және ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану арқылы оқыту - қолданылды, ал бақылау топтарында дәстүрлі түсіндірмелі-көрсетпелі әдіс бойынша оқыту жүргізілді. Эксперимент деректері статистикалық әдістер (Стьюдент t-критерийі, Коэн коэффициенті) арқылы өңделді, нәтижесінде эксперименттік топтың үлгерім көрсеткіші бақылау топтан 12 пайыздық тармаққа жоғары болғаны анықталды ($p<0,001$). Алынған нәтижелер инновациялық әдістердің физика оқытудың сапасын арттырудағы маңызын дәлелдейді және оларды оқу үдерісіне енгізу бойынша практикалық ұсыныстар жасауға негіз болады.

Түйін сөздер: инновациялық әдістер; физиканы оқыту; проблемалық-ізденушілік оқыту; жобалық оқыту; білім берудегі АКТ; педагогикалық тәжірибе; білімді меңгеру сапасы; орта мектеп.