

Иванюк Юрий Олегович, аспирант,
ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный
педагогический университет»

Фадеев Михаил Сергеевич, магистрант,
ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный
педагогический университет»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 10–11-Х КЛАССОВ В ПРОЦЕССЕ ПОСТАНОВКИ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Аннотация. В статье изложены ход и результаты педагогического эксперимента по проверке методики формирования методологической грамотности обучающихся 10-11 классов в процессе постановки учебного физического эксперимента. Описаны инструменты диагностики и организация эксперимента с участием 126 обучающихся старшей школы.

Ключевые слова: Методологическая грамотность, учебный физический эксперимент, старшая школа, педагогический эксперимент, критерий χ^2 .

Одна из задач школьного курса физики – познакомить обучающихся не только со знаниями о природе, но и с методами их получения. Стандарт и федеральная образовательная программа среднего общего образования относят владение методами научного познания к предметным результатам по физике [3]. На практике лабораторная работа в старших классах чаще всего выполняется по инструкции, в которой заранее определены цель, оборудование и порядок действий. При такой организации работы уделяется недостаточно внимания развитию практических умений, таких как постановка вопроса, выдвижение гипотезы, планирование опыта и оценка его результатов

Опираясь на идею построения обучения физике на основе научного познания [4, 5] и на понимание методологии науки [2], мы разработали методику формирования методологической грамотности. Под методологической грамотностью мы понимаем качество, объединяющее знания о методах научного познания, опыт их осознанного применения и способность к рефлексии собственной исследовательской деятельности. Цель статьи – описать экспериментальную проверку разработанной методики. Гипотеза исследования: если учебный эксперимент систематически строится как последовательность этапов учебного исследования, а степень самостоятельности обучающихся постепенно возрастает при переходе из 10 в 11 класс, то уровень их методологической грамотности будет выше, чем при традиционном обучении.

Методологическая грамотность проявляется в действиях обучающегося при решении исследовательской задачи: постановке вопроса, обосновании гипотезы, проведении опыта и осмыслении результата. Для её оценки мы выделили четыре критерия. Когнитивный критерий отражает знания о структуре исследования и функциях эксперимента, владение понятиями измерения, погрешности и достоверности. Оценка по этому критерию проводилась с помощью теста с заданиями, закрытого и открытого типов. Деятельностный критерий характеризует практические умения проводить эксперимент – от сборки установки до построения графика и учёта погрешностей. Действия этого критерия фиксировались в карте наблюдения во время лабораторной работы. Методологический критерий отражает способность обучающегося самостоятельно поставить проблему, выдвинуть гипотезу, выделить переменные и выбрать



метод исследования. Основным инструментом оценки по этому критерию стали задания с недоопределёнными условиями. В предложенной модели методологический критерий рассматривается как основной. Рефлексивный критерий характеризует способность оценивать результат и способы его получения. Оценка по этому критерию проводилась на основе письменных выводов, рефлексивных карт и самооценочных листов.

По каждому критерию выставлялась оценка от 1 до 3 баллов. На низком уровне обучающийся действует по образцу и подменяет вывод описанием хода работы. На среднем уровне он справляется с типовыми опытами и формулирует гипотезу пользуясь подсказками. На высоком уровне обучающийся самостоятельно проектирует исследование и критически оценивает результат. По сумме баллов (от 4 до 12) определялся интегральный уровень: 4-6 баллов – низкий, 7-9 – средний, 10-12 – высокий. Такая процедура не скрывает неравномерности развития: обучающийся с 3 баллами по когнитивному и деятельностному критериям, 2 по методологическому и 1 по рефлексивному попадает на средний уровень, но разложение по критериям сразу показывает, что ему не хватает умения самому выстроить исследование и осмыслить результат.

Эксперимент проводился в обычных условиях обучения на базе общеобразовательных организаций и включал констатирующий, формирующий и контрольный этапы. В эксперименте участвовали обучающиеся 10-11 классов: в экспериментальную группу (ЭГ) вошли 64 человека, в контрольную группу (КГ) – 62. Группы уравнивались по успеваемости, возрасту и условиям обучения. Рабочая программа, число учебных часов, перечень лабораторных работ и правила диагностики были одинаковыми. Различался только способ организации экспериментальной деятельности. На входном и итоговом срезах использовались равноценные по сложности, но разные по содержанию задания, а эксперты работали по единой шкале с описанными признаками уровней.

Распределения обучающихся по уровням сравнивались с помощью критерия однородности χ^2 для двух независимых выборок [1]:

$$T = \frac{1}{n \cdot m} \cdot \sum_{i=1}^3 \frac{(m \cdot O_{1i} - n \cdot O_{2i})^2}{O_{1i} + O_{2i}}, \quad (1)$$

где $n = 64$ и $m = 62$ – численности ЭГ и КГ; O_{1i} и O_{2i} – числа обучающихся, отнесённых к i уровню. При двух степенях свободы и уровне значимости 0,05 нулевая гипотеза об отсутствии различий отвергается, если $T_{\text{набл}} > 5,99$.

Входная диагностика включала тест, практическое задание с картой наблюдения, исследовательскую задачу с недоопределёнными условиями и рефлексивную карту. Группы стартовали практически с одного уровня: средний балл составил 1,61 в ЭГ и 1,63 в КГ (табл. 1). Совпала и структура результатов – хуже всего были развиты методологический и рефлексивный компоненты. Это ожидаемо: инструктивная работа даёт знания и навыки обращения с приборами, но почти не даёт опыта самостоятельного проектирования исследования и осмысления его итогов. На высоком уровне находилось около 10 % обучающихся каждой группы (табл. 2), а значение $T_{\text{набл}} \approx 0,13$ подтвердило однородность групп.

Таблица 1

Средний балл по критериям методологической грамотности

Критерий	ЭГ, до	ЭГ, после	КГ, до	КГ, после
Когнитивный	1,72	2,36	1,74	1,98
Деятельностный	1,66	2,30	1,69	1,92
Методологический	1,55	2,22	1,58	1,74
Рефлексивный	1,50	2,19	1,52	1,68
Среднее	1,61	2,27	1,63	1,83



В КГ лабораторные работы по-прежнему выполнялись по готовым инструкциям. В ЭГ работа над каждым экспериментом включала шесть этапов: проблемный, гипотетический, проектировочный, экспериментальный, аналитический и рефлексивный. Обучающиеся наблюдали явление, не соответствовавшее их ожиданиям, и самостоятельно формулировали проблему. Затем они предлагали объяснения, отличали проверяемую гипотезу от догадки, выбирали оборудование и выделяли переменные. В ходе опыта обучающиеся записывали все данные, в том числе не соответствовавшие ожиданиям. После этого они сопоставляли результат с гипотезой и оценивали достоверность вывода. Объём помощи постепенно сокращался: в начале 10 класса обучающиеся получали опорные вопросы и частично заданный план, а к концу 11 класса проходили все этапы самостоятельно.

Например, в 10 классе по теме «Закон Ома для полной цепи» учитель показывал, что напряжение на зажимах батарейки уменьшается при подключении лампы. Источник тот же, а напряжение другое – почему? Обучающиеся выдвигали гипотезу о внутреннем сопротивлении источника и прогнозировали линейную зависимость $U = \varepsilon - Ir$. Они самостоятельно проектировали опыт с реостатом, а затем по графику $U(I)$ определяли электродвижущую силу (ЭДС) и внутреннее сопротивление источника. После этого обсуждалось, почему при больших токах экспериментальные точки отклоняются от прямой. В 11 классе по той же логике исследовали период нитяного маятника и ЭДС индукции, измеряли длину световой волны.

Средний балл в ЭГ вырос с 1,61 до 2,27 (на 0,66 балла, около 41 %), в КГ – с 1,63 до 1,83 (на 0,20 балла, около 12 %). Рассмотрим различия между итоговыми средними баллами групп по отдельным критериям. По когнитивному и деятельностному критериям разность средних баллов составила по 0,38 балла, по методологическому – 0,48, по рефлексивному – 0,51. В КГ наименьший прирост наблюдался по методологическому и рефлексивному критериям: по 0,16 балла. В ЭГ по этим же критериям прирост был наибольшим: 0,67 и 0,69 балла соответственно. Методика сильнее всего подействовала там, где традиционное обучение почти не меняет показатели.

Таблица 2

Распределение обучающихся по уровням, чел. (%)

Уровень	ЭГ, до	ЭГ, после	КГ, до	КГ, после
Низкий	30 (46,9)	9 (14,1)	28 (45,2)	22 (35,5)
Средний	27 (42,2)	34 (53,1)	28 (45,2)	31 (50,0)
Высокий	7 (10,9)	21 (32,8)	6 (9,7)	9 (14,5)

В ЭГ доля обучающихся с низким уровнем сократилась с 46,9 до 14,1 %, а доля с высоким уровнем выросла с 10,9 до 32,8 %. В КГ доля обучающихся с высоким уровнем увеличилась на 4,8%, а более трети обучающихся остались на низком. Для контрольного этапа слагаемые суммы в формуле (1) равны 23 306,5; 236,6 и 17 569,2. Деление их суммы на произведение численностей групп ($64 \cdot 62 = 3968$) даёт $T_{\text{набл}} \approx 10,36 > 5,99$. Нулевая гипотеза отвергается, причём и на уровне значимости 0,01 (критическое значение 9,21). Выявленные различия согласуются с предположением о результативности методики.

Цифры подтверждает и анализ отчётов: в ЭГ гипотеза обычно сопровождалась обоснованием, а в КГ вывод сводился к пересказу хода работы. Анкетирование зафиксировало и рост познавательной активности обучающихся ЭГ. Число лабораторных работ в группах совпадало, значит дело в том, кто принимает решения в опыте. Пока проблему, гипотезу и план предлагает учитель, методологический и рефлексивный компоненты не развиваются.

Эксперимент подтвердил гипотезу исследования: методика обеспечила статистически значимо более высокий уровень методологической грамотности обучающихся старшей



школы, чем традиционное обучение, и сильнее всего повлияла на методологический и рефлексивный компоненты. Перспективу мы видим в проверке методики на более широкой выборке и в классах разного профиля.

Список литературы:

1. Грабарь, М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. – Москва: Педагогика, 1977. – 136 с.
2. Новиков, А. М. Методология / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. – Москва: СИНТЕГ, 2007. – 668 с.
3. Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования: приказ Минпросвещения России от 18.05.2023 № 371 (с изм. и доп.).
4. Разумовский, В. Г. Физика в школе. Научный метод познания и обучение / В. Г. Разумовский, В. В. Майер. – Москва: ВЛАДОС, 2004. – 463 с.
5. Усова, А. В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / А. В. Усова, А. А. Бобров. – Москва: Просвещение, 1988. – 112 с.

