

К ВОПРОСУ О МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ УМЕНИЯХ УЧАЩИХСЯ ПО ФИЗИКЕ

Петрова Р.И.¹, Сидорова Ф.Л.¹

¹ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им М.К. Аммосова», Якутск, e-mail: rain72@mail.ru

Согласно международным исследованиям результаты российских учащихся по выполнению заданий, проверяющих методологические умения, статистически существенно ниже среднего уровня. Отставание российских учащихся было учтено в Федеральном государственном образовательном стандарте нового поколения, где в планируемые результаты освоения образовательной программы введено требование формирования системы знаний о методах познания и методологических умениях. Анализ методологических умений учащихся разных регионов по заданиям контрольно-измерительных материалов по физике Единого государственного экзамена показал низкий уровень выполнения, не соответствующий этому требованию. В связи с этим поиск причин и путей формирования методологических умений по физике является актуальной задачей исследования. Проверка методологических умений молодых учителей свидетельствует, что при подготовке учителей физики уделяется мало внимания методам научного познания и развитию экспериментальных умений. Молодые учителя в основном затрудняются в нахождении абсолютной погрешности косвенных измерений. Почти четверть первокурсников технического вуза не смогли перечислить действия по снятию показаний измерительных приборов. Обучающий эксперимент показал, что для формирования у студентов и учащихся методологических умений по физике наиболее подходит методика обучения обобщенным приемам, основанная на теории деятельности.

Ключевые слова: методологические умения, методы научного познания, задания контрольно-измерительных материалов, метод поэлементного анализа, обобщенные приемы.

THE ISSUE OF METHODOLOGICAL SKILLS OF STUDENTS IN PHYSICS

Petrova R.I.¹, Sidorova F.L.¹

¹FSAEI of HE «M.K. Ammosov North-Eastern Federal University», Yakutsk, e-mail: rain72@mail.ru

In international research, as statistics show, the results of Russian students in completing assignments that test methodological skills are significantly below the average. The backlog of Russian students was taken into account in federal state educational standard of new generation, where in planned results of acquisition of the educational program imposed a requirement of forming a system of knowledge about cognition methods and methodological skills. An analysis of the methodological skills of students from different regions on assignments of test and measurement equipment in physics of the unified state exam showed a low level of performance that does not meet the requirements. In this regard, the search of causes and ways of forming the methodological skills in physics are an urgent task of this research. The screening of methodological skills of young teachers showed, that little attention is paid to the methods of scientific knowledge and experimental skills in the preparation of physics teachers. Young teachers, basically, find it difficult to find the absolute error of indirect measurements. Almost a quarter of the first-year students of a technical university were not able to list the steps taken to take readings of measuring instruments. A training experiment showed that for students and pupils to formulate methodological skills in physics, the methodology for teaching generalized techniques based on activity theory is most suitable.

Keywords: methodological skills, methods of scientific knowledge, tasks of control and measuring materials, method of element-wise analysis, generalized techniques.

Международные сравнительные исследования по естественно-научному образованию TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study) среди российских учащихся показали, что российские ученики не умеют применять знания в жизненных ситуациях, не способны составлять план проведения мысленных экспериментов со школьным оборудованием, сделать анализ проблемы, найти и обосновать способы ее решения [1]. По исследованию PISA (Programme For International Student Assessment) показатели российских учащихся

отстают от средних международных показателей при объяснении доказательств и выводов заданных исследований, составлении хода исследований, школьники не умеют ставить научные вопросы и делать выводы на основе научных фактов [2]. Такие умственные и практические действия научно-исследовательской деятельности, которые подчиняются логике естественно-научного исследования, относятся к методологическим умениям [3]. Таким образом, российские учащиеся показали достаточно высокие предметные знания и умения, но затрудняются при выполнении заданий, проверяющих методологические умения. Отставание российских школьников было учтено в новом стандарте, где в планируемые результаты освоения образовательной программы введено требование формирования системы знаний о методах познания и методологических умений. Освоение методологических умений стало одним из значимых результатов обучения физике в школе, так как физика является экспериментальной наукой, подчиняющейся логике научного исследования, дающей систему знаний о методах научного познания.

Цель исследования: анализ путей формирования у обучающихся методологических умений по физике.

Материал и методы исследования

Для диагностики в рамках контрольных измерительных материалов вопросы методологии науки разделены на два блока [3]:

- теоретические знания о методах научного познания и методологические умения;
- экспериментальные умения (наблюдения, опыты, измерения).

Первый блок состоит из заданий, содержащих приемы исследовательской деятельности, второй блок – из экспериментальных заданий с использованием реального лабораторного оборудования.

В заданиях первого блока КИМ ОГЭ нужно найти цену деления прибора, снять показания прибора с учетом абсолютной погрешности измерения; нарисовать схему установки, составить план проведения опыта, сделать анализ данных, приведенных в виде графика или таблицы. По данным ФИПИ средний процент выполнения для этой группы заданий держится на уровне 60% на протяжении последних 5 лет.

Второй блок заданий имеется лишь в заданиях КИМ ОГЭ и содержит 3 типа: прямые и косвенные измерения величин; представление результатов в виде таблицы и графика и изучение по ним зависимости величины от другой величины, проверка заданных научных фактов путем проведения опыта [3]. Средний уровень выполнения заданий составляет лишь 35%.

В связи с тем, что пока материально-техническая база проведения ЕГЭ по физике не позволяет ввести экспериментальные задания с реальным оборудованием, были разработаны

2 задания базового уровня сложности первого блока, проверяющие методологические умения выпускников.

Задание № 22 проверяет умения записывать показания приборов при измерении физических величин с учетом абсолютной погрешности измерений. Абсолютная погрешность измерений указывается в тексте задания [4].

Задание № 23 проверяет умение выбирать элементы экспериментальной установки и условия проведения опытов, анализировать изменения процессов в ходе экспериментов, интерпретировать результаты эксперимента. В тексте заданий даются цель опыта (измерение величины) или гипотеза исследования зависимости одной величины от другой [4]. Экспериментальные установки можно выбирать из схематичных рисунков или из описания характеристик установок в таблице.

Результаты выполнения заданий ЕГЭ, проверяющих методологические умения по физике в 2019 г. в пяти регионах, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Средний процент выполнения заданий ЕГЭ, проверяющих методологические умения (%)

	Саратовская область	Амурская область	Волгоградская область	Республика Хакасия	Архангельская область
Задание № 22	20,3	11,4	20,85	32,29	22,0
Задание № 23	75,7	64	69,6	85,1	75,7
Итого:	48	37,7	45,23	58,7	48,9

Из таблицы 1 видно, что задание № 22 вызвало у учащихся больше затруднений, чем задание № 23. Средний процент выполнения задания составляет всего 21,4%. Хуже всех справились с данным заданием выпускники Амурской области [5]. Средний процент выполнения задания № 23 составил 74,02%. Общий средний процент выполнения двух заданий, проверяющих методологические умения, учащимися рассматриваемых регионов составляет 47,7%.

С учетом того, что умения, проверяемые в заданиях, считаются сформированными, если средний процент выполнения задания превышает 50%, можно считать, что только тестируемые из Республики Хакасия справились с методологическими заданиями. Но нужно учесть, что учащиеся Республики Хакасия не справились с заданием № 22, средний результат выполнения составляет 32,29% [6]. У остальных учащихся методологические умения можно считать несформированными [7–9].

Каждый год ФИПИ составляет методические рекомендации по результатам сдачи ЕГЭ всех участников экзамена, из которых видно, что в последние годы наблюдается

снижение среднего уровня выполнения задания № 22. В таблице 2 приведены результаты проверки выполнения задания № 22 за 3 последних года.

Таблица 2

Средний процент выполнения задания № 22 ЕГЭ по годам

Годы	2017	2018	2019
Средний процент выполнения	74%	63%	43%

Анализ работ 2019 г. показал, что выпускники правильно сняли показания динамометров, амперметров и вольтметров, но не смогли найти массу и длину объекта, используя метод рядов, и записать величины с доверительным интервалом. Средний процент выполнения задания составляет всего 30% [4]. По-видимому, метод рядов, который используют в 7-м классе, нужно актуализировать и в средней школе.

Результаты выполнения заданий с фотографиями или рисунками демонстрационных и лабораторных опытов говорят о том, что учащиеся либо сами не делают обязательные опыты, либо им не показывают традиционные демонстрационные опыты. Например, 40% участников экзамена не смогли правильно указать углы падения и отражения, несмотря на стрелки, указывающие ход лучей на фотографии традиционного опыта. Более трети учащихся не смогли правильно определить, отталкивается или притягивается коромысло с кольцом к магниту классического опыта «Правила Ленца».

Понимают ли молодые учителя физики специфику заданий, содержащих методологические умения, и имеются ли у них самих эти умения? Чтобы ответить на этот вопрос, мы проверили методологических умения среди молодых учителей физики, работающих в разных районах Республики и в городе Якутска, педагогический стаж которых составляет от 1 года до 4 лет. Проверочная работа состоит из 20 заданий, из них 10 заданий по теме задания № 22 «Измерения физических величин с учетом абсолютной погрешности», а остальные 10 заданий на тему задания № 23 «Интерпретация результатов опытов». Задание № 22 разделили на 3 типа.

Тип 1. Цель: нахождение погрешности прямых измерений.

Критерии оценивания: 1) нахождение цены и погрешности прибора; 2) снятие показания прибора из рисунка; 3) запись в ответе значения величины с учетом погрешности.

Тип 2. Цель: нахождение погрешности вычисленной величины.

Тип 3. Цель: нахождение погрешности косвенного измерения с использованием производной.

Критерии оценивания заданий типов 2 и 3: 1) тип 2 – нахождение значения физической величины; тип 3 – запись формулы нахождения абсолютной погрешности; 2)

нахождение абсолютной погрешности величины; 3) запись в ответе значение величины с учетом погрешности.

Задание № 23 разделяется на три типа [3]: 1-й тип: выбор необходимых приборов и материалов для измерения физической величины либо определение зависимости физической величины от каких-либо параметров; 2-й тип: выбор условий эксперимента; 3-й тип: вычисление физической величины по экспериментально полученным данным.

Результаты исследования и их обсуждение

Проверочную работу молодых учителей анализировали, используя метод поэлементного анализа. За элементы умения приняты критерии оценивания заданий. Коэффициент успешности выполнения действий K вычислили, используя методику А.В. Усовой: $K = \frac{\sum N_i}{N \cdot n} * 100\%$, где N_i – число правильно выполненных действий i -тым обучающимся; N – общее число действий; n – число обучающихся. Результаты выполнения заданий приведены в таблице 3.

Таблица 3

Коэффициенты успешности выполнения действий K (%)

Задание	Критерии	Тип 1	Тип 2	Тип 3
№ 22	1-й критерий	100	50	0
№ 22	2-й критерий	100	20	0
№ 22	3-й критерий	40	20	0
№ 22	K общий	80	26,6	0
№ 23	K общий	100	60	60

Учителя, как и учащиеся, выполнили задание № 23 лучше, чем задание 22. Тип 3 задания № 22 проверял, умеют ли учителя находить погрешности, используя производную. Из таблицы видно, что учителя не смогли написать формулу нахождения погрешности через производную; если нет формулы, то и другие действия не могут быть выполнены. Затруднения также вызвали действия по нахождению абсолютной погрешности косвенных измерений и запись ответа величины и погрешности. Оказалось, что молодые учителя не знают, что в ответе значение величины и погрешности нужно писать слитно, без пробела.

Таким образом, у учащихся и молодых учителей наблюдаются почти одинаковые ошибки. Учителя, имеющие небольшой опыт работы, не владеют специфическими методологическими умениями, которых требует выполнение заданий ЕГЭ. По теоретической части можно выделить, что учителя мало информированы о методах научного познания, а по экспериментальной части можно отметить, что у них не проводятся достаточное количество

практических занятий с измерением величин на реальных лабораторных приборах. Результаты проверки показали неготовность молодых учителей к формированию у учащихся методологических умений.

На наш взгляд, методологические умения, проверяемые в задании № 22, формируются при выполнении учащимися и студентами, будущими учителями физики, лабораторных работ, в крайнем случае – при наблюдении ими за опытами, которые показывают на занятии. Только если они сами много раз находили цену деления прибора, снимали показания приборов, учитывали погрешности прибора, в ходе собственной деятельности у них могут формироваться экспериментальные умения.

Первокурсникам педагогического отделения Физико-технического института (89 человек) были даны фотографии приборов и следующие вопросы и задания.

1. Как называется данный прибор?
2. Что измеряет данный прибор?
3. Напишите наименование единицы физической величины.
4. Найдите цену деления шкалы прибора.
5. Напишите ваши действия по нахождению цены деления.
6. Найдите значение физической величины, которое показывает указатель прибора.
7. Напишите ваши действия по нахождению значения физической величины.

В таблице 4 представлены результаты опроса до обучения, полученные при помощи поэлементного анализа.

Таблица 4

Коэффициент успешности выполнения действий K (%)

Вопросы и задания	1	2	3	4	5	6	7
K , % (до обучения)	75,5	87,5	41,5	79,8	52,8	68	25,1
K , % (после обучения)	99	97	96	100	100	100	98

Из таблицы 4 видно, что первокурсники до обучения не смогли в полной мере перечислить свои действия по нахождению цены деления и по снятию показаний прибора, которые относятся к умственным методологическим умениям.

Согласно теории деятельности процесс обучения эффективен, если формировать у учащихся обобщенные приемы деятельности. Следуя теории, для успешного выполнения задания № 22 учащиеся должны овладеть обобщенным приемом по снятию показаний измерительных приборов, деятельностью, выполняемой при пользовании любым измерительным прибором. Обобщенный прием содержит следующую систему действий:

- 1) установление единицы физической величины, измеряемой данным прибором;

- 2) нахождение цены деления шкалы прибора;
- 3) нахождение значения искомой величины, соответствующего положению указателя при данном измерении.

Каждое действие имеет свой способ выполнения. Для того чтобы обучающиеся осознали обобщенный прием по снятию показаний прибора, он должен быть выделен ими самостоятельно, иначе эти знания не будут ими осознаны. Нами разработаны 2 учебные карты с указанием способа выполнения действий и с ориентировочными знаниями, на которые опирается способ выполнения каждого действия. Первая карта содержит способы выполнения действий по установлению назначения прибора и по нахождению цены деления. Вторая карта содержит описание способов выполнения действий по снятию показаний измерительного прибора. Обучение студентов с помощью обобщенного приема, действия которого приведены в учебных картах, в пределах одного занятия привело к тому, что первокурсники научились самостоятельно снимать показания любых измерительных приборов (табл. 4). Методика обучения обобщенному приему по снятию показаний приборов была апробирована в 9-х классах МОБУ средней общеобразовательной школы № 31 г. Якутска, где получены такие же положительные результаты ($K=99\%$). Для успешного выполнения задания № 22 ЕГЭ следует добавить еще обобщенный прием по учету абсолютной погрешности приборов, а для выполнения задания № 23 – соответствующие обобщенные приемы.

Заключение

Опытно-экспериментальное обучение студентов – будущих учителей и учащихся показало эффективность обобщенных приемов деятельности при формировании специфических методологических умений, которых требует выполнение заданий контрольно-измерительных материалов ЕГЭ по физике.

Таким образом, разрешение проблемы первоначально лежит в подготовке в педагогических вузах будущих учителей, владеющих специальной методикой обобщенных приемов, которая направлена на обучение учащихся умственным и практическим действиям научно-исследовательской деятельности, подчиняющихся логике естественно-научного исследования.

Список литературы

1. Результаты международного исследования TIMSS-2015. [Электронный ресурс] URL: http://www.sbnedu.ru/Docs/metod/TIMSS/Report_TIMSS2015_GR4.pdf. (дата обращения: 15.06.2020).

2. Результаты PISA-2015. [Электронный ресурс] URL: https://fioco.ru/results_pisa_2015 (дата обращения: 15.06.2020).
3. Демидова М.Ю. Подходы к диагностике методологических умений в рамках итоговой аттестации учащихся по физике // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 3(3). С.32–35.
4. Демидова М.Ю. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 года по физике // Федеральный институт педагогических измерений. [Электронный ресурс]. URL: http://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2019/fizika_2019.pdf (дата обращения: 15.06.2020).
5. Статистико-аналитический отчет о результатах государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования по физике в Амурской области. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rcoi.info/novosti/statistiko-analiticheskii-otchyot-o-rezu-522.html> (дата обращения: 09.06.2020).
6. Статистико-аналитический отчет о результатах государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования по физике в Республике Хакасия. [Электронный ресурс]. URL: https://r-19.ru/upload/iblock/b7c/STATISTIKO_ANALITICHESKIY-OTCHET-GIA_11_2019.pdf (дата обращения: 09.06.2020).
7. Статистико-аналитический отчет о результатах государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования по физике в Архангельской области. [Электронный ресурс]. URL: <https://aocoko.ru/content/news/31219/> (дата обращения: 08.06.2020).
8. Статистико-аналитический отчет о результатах государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования по физике в Волгоградской области. [Электронный ресурс]. URL: http://vgapkro.ru/wp-content/uploads/2019/09/Volgogradskaya_otchet-po-predmetu-2019-GIA-11-fizika.pdf (дата обращения: 09.06.2020).
9. Статистико-аналитический отчет о результатах государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования по физике в Саратовской области [Электронный ресурс]. URL: <http://sarcooko.ru/uploads/docs/5d88a8609156f.pdf> (дата обращения 09.06.2020).