

## ОБУЧЕНИЕ УЧАЩИХСЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИМ УМЕНИЯМ ПО ФИЗИКЕ

Петрова Р.И.<sup>1</sup>, Сидорова Ф.Л.<sup>1</sup>

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

В планируемых результатах обучения, приведенных в ФГОС второго поколения, главным становится овладение системой методологических умений, а не освоение традиционной системы предметных умений. В связи с невозможностью проведения натурального эксперимента в рамках ЕГЭ по физике, ФИПИ конструировал модельные тестовые задания теоретического характера для проверки планируемого результата овладения методологическими умениями. Анализ тестовых заданий привел нас к классификации заданий по пяти типам: нахождение погрешности прямых и косвенных измерений, нахождение физической величины по данным эксперимента, выбор приборов, оборудования, материалов, условий опыта для нахождения физической величины и исследования зависимости между величинами. Разработаны системы действий для обобщенных приемов деятельности по выполнению заданий всех типов методологического блока. Разработана методика обучения учащихся деятельности по выполнению тестовых заданий, направленная на освоение учащимися обобщенных приемов и применение их к конкретным заданиям разного типа методологического блока. Обучение показало, что многократное самостоятельное применение обобщенных приемов к конкретным заданиям разного типа на платформе разработанного нами сайта привело к наиболее эффективному развитию у учащихся методологических умений по физике.

Ключевые слова: методологические умения, модельно-тестовые задания, обобщенные приемы, метод поэлементного анализа, погрешность прямых и косвенных измерений.

## TEACHING METHODOLOGICAL SKILLS IN PHYSICS TO STUDENTS

Petrova R.I.<sup>1</sup>, Sidorova F.L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, e-mail: rain72@mail.ru

In the planned learning outcomes given in the FES (Federal Educational Standards) of the second generation, the main thing is mastering the system of methodological skills, rather than mastering the traditional system of subject skills. Due to the impossibility of conducting a full-scale experiment in the framework of the Unified State Exam in Physics, the FIPM (Federal Institute of Pedagogical Measurements) designed model test tasks of theoretical nature to check the planned result of mastering methodological skills. The analysis of test items led us to classify items into five types: finding the error of direct and indirect measurements, finding a physical quantity according to experiment data, choosing instruments, equipment, materials and experimental conditions and studying the relationships between quantities. Systems of actions have been developed for generalized methods, which fulfill all types of tasks in the methodological block. A methodology has been developed for teaching students to perform test tasks, aimed at mastering generalized techniques by students and applying them to specific tasks of various types in the methodological block. The training showed that repeated independent application of generalized techniques to specific tasks of various types on the developed website led to the most effective development of methodological skills in Physics among students.

Key words: methodological skills, model-test tasks, generalized techniques, method of element-by-element analysis, error of direct and indirect measurements.

В планируемых результатах обучения, приведенных в ФГОС второго поколения, главным становится овладение системой методологических умений, а не освоение традиционной системы предметных умений. В связи с невозможностью проведения натурального эксперимента в рамках ЕГЭ по физике, ФИПИ конструировал модельные тестовые задания теоретического характера для проверки планируемого результата овладения методологическими умениями. Разработчики экзаменационных моделей ОГЭ и ЕГЭ указывают, «что одним из важнейших направлений совершенствования экзаменационных

моделей является расширение спектра моделей заданий по проверке методологических умений» [1].

В последние годы средний процент выполнения учащимися заданий методологического блока ЕГЭ колеблется от 43% до 79%, что требует дальнейших исследований путей формирования умения выполнять такие задания.

Наиболее перспективным путем, на наш взгляд, является формирование у учащихся обобщенных приемов, которые можно применить конкретно к любому заданию методологического характера, в таком случае их количество уже не будет иметь значения. Определение содержания обобщенных приемов и разработка методики формирования обобщенных приемов деятельности являются актуальной задачей исследования.

Целью исследования является разработка методики формирования обобщенных приемов деятельности по выполнению заданий методологического блока ЕГЭ по физике.

### **Материалы и методы исследования**

Теоретические методологические умения проверяют заданиями ЕГЭ под номерами 22 и 23. Задания линии 22 оценивают деятельность «измерение величины с учетом абсолютной погрешности», а задания линии 23 – деятельность «интерпретация результатов опыта» [2].

Анализ заданий линии 22 показал, что в основном эти задания направлены на снятие показаний приборов и запись значений физических величин с учётом абсолютной погрешности прямых измерений. В то же время оказалось, что среди заданий линии 22 есть задания, которые проверяют умение находить погрешность не только прямых, но и косвенных измерений.

При выполнении модельных заданий линии 23 учащиеся должны выбрать две схематические (рисунки) установки из пяти, две строки о характеристиках установок из пяти строк или выбрать названия двух из пяти приборов или оборудования установок для выполнения экспериментального опыта. При этом цели опытов в разных заданиях отличаются друг от друга. Анализ заданий линии 23 привел к выводу, что деятельность «интерпретация результатов опыта» является сложной и требует уточнения, какие умения она содержит.

Для разработки обобщенных приемов мы провели классификацию заданий, оценивающих теоретические методологические умения в процедуре ЕГЭ по видам деятельности. Задания линии № 22 мы разделили на 2 типа, а задания линии № 23 разделили на 3 типа. Результаты классификации приведены в таблице 1, в которой также указаны умения, которые проверяют задания методологического блока.

Таблица 1

Классификация заданий, оценивающих методологические умения

№ задания	Типы	Методологические умения, которые проверяют КИМ ЕГЭ
22	1	Нахождение цены деления. Запись показания прибора с учетом абсолютной погрешности прибора
22	2	Нахождение значения физической величины, запись результатов вычисления с учётом их погрешностей
23	3	Выбор необходимых приборов, оборудования и материалов для нахождения значения физической величины
23	4	Выбор необходимых приборов, материалов, экспериментальной установки и условий эксперимента для проведения исследований зависимости между величинами
23	6	Нахождение среднего значения физической величины и запись результатов вычисления с учётом их погрешностей

Разработаны обобщенные приемы деятельности по выполнению заданий пяти типов, основываясь на структуру деятельностей, описанных в планируемых результатах. Обобщенные приемы нами проверены на различных заданиях демонстрационных версий ФИПИ и доказали свою применимость. В таблице 2 приведены общие системы действий по выполнению заданий соответствующих типов.

Таблица 2

Обобщенные приемы деятельности по выполнению заданий

Тип задания	Системы действий по выполнению заданий
Тип 1. Нахождение погрешности прямого измерения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитайте задание. Определите, какую величину следует измерить.</li> <li>2. Рассмотрите показания прибора, предназначенного для измерения искомой величины, и определите цену деления прибора.</li> <li>3. Определите погрешность измерения, руководствуясь текстом задачи. Округлите показание прибора до указанной погрешности.</li> <li>4. Запишите в поле ответа КИМ показание прибора и погрешность в соответствии с рекомендациями записи по условию задачи. Перенесите в бланк ответов № 1 числа, не разделяя их пробелом или другим знаком</li> </ol>
Тип 2. Нахождение погрешности	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитайте задание. Определите, какую величину следует найти.</li> </ol>

<p>косвенного измерения</p>	<p>2. Найдите показания прибора, предназначенного для измерения величины, и вычислите искомую величину.</p> <p>3. Определите погрешность искомой величины.</p> <p>4. Напишите искомую величину с учетом погрешности. Округлите величину до указанной погрешности.</p> <p>5. Запишите в поле ответа КИМ показание прибора и погрешность в соответствии с рекомендациями записи по условию задания. Перенесите в бланк ответов № 1 числа</p>
<p>Тип 3. Выбор приборов и оборудования для экспериментального нахождения значения физической величины</p>	<p>1. Внимательно прочитайте задачу, при наличии рисунков, графиков, таблиц с экспериментальными данными изучите их. Определите, какую величину следует найти.</p> <p>2. Напишите формулу для нахождения искомой физической величины.</p> <p>3. Перечислите величины для нахождения искомой величины.</p> <p>4. Определите, какие приборы и оборудования необходимы для измерения величин.</p> <p>5. Выберите верные варианты ответов, основываясь на способах нахождения перечисленных величин. Запишите цифры, которыми обозначены выбранные варианты, в поле ответа КИМ и бланке ответов № 1</p>
<p>Тип 4. Выбор приборов, материалов, экспериментальной установки и условий эксперимента для исследования зависимости между физическими величинами</p>	<p>1. Внимательно прочитайте задачу, при наличии рисунков, графиков, таблиц с экспериментальными данными изучите их. Определите, какая величина зависит от какой другой величины?</p> <p>2. Напишите формулу зависимости между величинами.</p> <p>3. Определите, какую величину надо изменять.</p> <p>4. Определите, какие величины или какие условия опыта остаются постоянными.</p> <p>5. Выберите верные варианты ответов, основываясь на предыдущем анализе. Запишите цифры, которыми обозначены выбранные варианты, в поле ответа КИМ и бланке ответов № 1</p>
<p>Тип 5. Вычисление физической величины по</p>	<p>1. Внимательно прочитайте задачу, при наличии рисунков, графиков, таблиц с экспериментальными данными изучите их. Определите, какую величину следует найти.</p>

экспериментально полученным данным	<p>2. Напишите формулу для нахождения искомой физической величины.</p> <p>3. Вычислите искомую величину при каждом измерении. Добавьте новую строку в таблицу и занесите значения искомой величины.</p> <p>4. Найдите среднее значение искомой величины.</p> <p>5. Запишите в поле ответа КИМ величину в соответствии с рекомендациями записи по условию задачи. Перенесите в бланк ответов № 1 числа</p>
--	---

Если известны обобщенные приемы выполнения заданий, встает вопрос, как сделать так, чтобы учащиеся овладели этими приемами на таком уровне, чтобы применить их к любому конкретному методологическому заданию. При деятельностном подходе в обучении, основанном на теории деятельности, «знания не могут быть усвоены вне деятельности» [3]. Следовательно, нужно разработать методику обучения учащихся разработанным обобщенным приемам, основанную на организацию собственной деятельности самих учащихся.

Нами разработана методика развития методологических умений у учащихся в рамках дистанционной формы обучения, так как модельные тестовые задания КИМ ЕГЭ по физике не требуют использования реального физического оборудования и приборов. Разработана программа элективного курса, целью которого является дистанционное обучение учащихся выполнению заданий методологического характера на платформе веб-сайта. Основу курса составили комплекс модельных теоретических методологических заданий КИМ ЕГЭ и обобщенные приемы их выполнения.

Дистанционное обучение проходило через созданный нами сайт (адрес <https://fizikonline.ucoz.net/>), «который сконструирован при помощи онлайн-конструктора uCoz, так как модули uCoz являются наиболее независимыми и языком программирования является язык HTML» [4]. Для введения заданий методологического характера выбрали «платформу "Google Формы", так как на этой платформе результаты исследования автоматически оцениваются и анализируются в виде графика, что удобно для работы учителя. Авторизоваться на платформе тоже легко, достаточно иметь почтовый ящик на Gmail, а также в данном сервисе можно прикрепить изображения и видео» [4].

Тематический план занятий по подготовке учащихся к выполнению заданий методологического блока приведен в таблице 3.

Таблица 3

Тематический план дистанционного курса

№	Тема занятия	Содержание	Форма контроля	Количество заданий
1	Вводное занятие	Диагностика методологических знаний и умений у учащихся. Проведение вводного тестирования	Тест	20
2	Измерительные приборы, цена деления и точность измерения	Пределы измерения прибора. Точность измерительных приборов. Обобщенный прием по нахождению цены деления прибора и их применение к конкретным приборам	Тест-самопроверка	5
3	Погрешность прямых измерений	Обобщенный прием снятия показаний приборов. Запись показания прибора с учетом абсолютной погрешности прибора	Практическая работа № 1	15
4	Погрешность косвенных измерений	Нахождение погрешности косвенных измерений. Запись искомой величины с учетом погрешности	Практическая работа № 2	15
5	Нахождение значения физической величины из опыта	Выбор необходимых приборов, оборудования и материалов для нахождения значения физической величины	Практическая работа № 3	10
6	Исследование зависимости между физическими величинами	Выбор необходимых приборов, материалов, экспериментальной установки и условий эксперимента для проведения исследований зависимости между величинами	Практическая работа № 4	10
7	Вычисление физических величин по экспериментально полученным данным	Нахождение среднего значения физической величины и запись результатов вычисления с учётом погрешности	Практическая работа № 5	10

8	Итоговое занятие	Диагностика методологических знаний и умений учащихся. Проведение итогового тестирования	Тест	20
---	------------------	--	------	----

Для развития методологических умений учащихся нами разработаны дидактические материалы, которые поместили на веб-страницах сайта. Дидактические материалы содержат опорные знания об обобщенных приемах по выполнению заданий разных типов, примеры применения их к конкретным заданиям. Дистанционный курс был проведен среди учащихся 11 класса МБОУ «Бердигестяхская районная гимназия» Горного района Республики Саха (Якутия).

### Результаты исследования и их обсуждение

Коэффициент успешности выполнения действий заданий  $K$  вычислили, используя методику авторов [5]:  $K = \frac{\sum N_i}{N * n} * 100\%$ , где  $N_i$  - число правильно выполненных действий заданий  $i$ -тым учеником;  $N$  – общее число действий заданий;  $n$  – число учащихся. Результаты практических работ учащихся приведены в таблице 4.

Таблица 4

Коэффициенты успешности  $K$  выполнения действий заданий по типам

	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4	Тип 5
$K, \%$	70	50	75	72	68

Сравнение уровня методологических умений до и после обучения учащихся на дистанционном курсе приведено в таблице 5.

Таблица 5

Коэффициенты успешности  $K$  выполнения действий заданий (%)

Задания линии	Методологические умения	$K$ (до обучения)	$K$ (после обучения)
22	Нахождение величины с учетом абсолютной погрешности измерений	40	65
23	Интерпретация результатов опыта	70	85

Анализ работ учащихся показал, какие действия обобщенного приема по выполнению заданий типа 2 и типа 5 не освоены на достаточном уровне, на эти действия в дальнейшем следует разработать специальную методику их освоения.

### Заключение

Таким образом, разработанная методика обучения учащихся деятельности по выполнению тестовых заданий, направленная на освоение учащимися обобщенных приемов и многократное самостоятельное применение их к конкретным заданиям разного типа методологического блока, привела к наиболее эффективному развитию у учащихся методологических умений. Все учащиеся, обучавшиеся по данной методике, успешно выполнили задания 22 и 23 методологического блока ЕГЭ 2020 года.

### Список литературы

1. 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](http://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2019/fizika_2019.pdf) (дата обращения: 27.04.2021).
2. 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.
3. Анофрикова С.В. Как найти выход из кризиса образования // Физика. 2011. № 12. С. 6-7.
4. Петрова Р.И., Сидорова Ф.Л. Формирование методологических умений по физике на сайте дистанционного обучения. // Заметки ученого. 2020. № 8. С. 79-82.
5. Калугина Н.Л., Гиревая Х.Я., Калугин Ю.А., Варламова И.А. Критерии сформированности исследовательских умений студентов технических вузов // Успехи современного естествознания. 2015. № 7. С. 98-101.