

## МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ОБОБЩЕННЫХ ПРИЕМОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ФИЗИКЕ

Петрова Р.И.<sup>1</sup>, Давыдова А.А.<sup>1</sup>

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

Экзаменационные модели КИМ ОГЭ и ЕГЭ в соответствии с требованиями ФГОС СОО все больше содержат задания методологического блока, проверяющие умения проводить косвенные измерения, включая анализ абсолютных и относительных ошибок измерений, строить графики зависимостей одной физической величины от другой, делать обоснованные выводы по результатам эксперимента, представленным в виде таблиц или графиков. Акцент на применение системно-деятельностного подхода во ФГОС делает формирование у учащихся обобщенных экспериментальных умений актуальной и перспективной задачей. Анализ экзаменационных моделей показал, что при выполнении заданий применяются следующие виды деятельности обобщенных приемов: составление схематичного рисунка экспериментальной установки, составление таблицы с экспериментальными данными, построение графика по экспериментальным данным и формулирование выводов по результатам исследований. Определено содержание обобщенных приемов и разработана методика формирования обобщенных приемов деятельности, основанная на применении учебных карт. Результаты педагогического эксперимента показали, что после использования учебных карт с обобщенными приемами деятельности учащимися общий коэффициент успешности выполнения экспериментального задания ОГЭ по физике значительно повысился. Методика формирования обобщенных приемов оказалась эффективной для формирования экспериментальных умений у учащихся.

Ключевые слова: методологические умения, деятельностный подход, экспериментальные задания, обобщенные приемы, учебные карты, физика, школа.

## METHODS OF FORMING GENERALIZED TECHNIQUES FOR PERFORMING EXPERIMENTAL TASKS IN PHYSICS

Petrova R.I.<sup>1</sup>, Davydova A.A.<sup>1</sup>

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

Russian State Examination models in accordance with the requirements of the Federal Standards consist of many tasks on methodological skills that tests ability to make indirect measurements including analysis of absolute and relative measurement errors, to develop charts of dependencies of one quantity on another physical quantity, to make informed conclusions by the results of experiment showed by tables and charts. Emphasis on the application of the Activity approach makes the formation of generalized techniques of students as an actual and promising task. The analysis of examination models show that the following types of generalized techniques are used when students should perform tasks as drawing up a schematic drawing of an experimental installation; completing a table with experimental data; plotting based on experimental data; forming conclusions based on research results. The content of generalized techniques is determined and developed a model for the formation of generalized techniques of activity based on the use of training cards. The results of the pedagogical experiment showed that after using training cards with generalized techniques students significantly succeed and improve solving experimental tasks of examinations. The method of forming generalized techniques proved to be effective for the formation of experimental skills of students.

Keywords: methodological skills, activity approach, experimental tasks, generalized techniques, training cards, physics, school.

В последние годы осуществляется введение новых моделей заданий ЕГЭ по физике, разработанных в соответствии с требованиями ФГОС [1]. Изменения контрольно-измерительных материалов связаны с переходом на деятельностный подход при оценке предметных результатов по физике. Физика является экспериментальной наукой, поэтому среди предметных результатов по физике важным является освоение экспериментальных

умений. Деятельностный подход при оценке освоения экспериментальных умений по физике потребовал введения новых моделей заданий, «проверяющих умения проводить косвенные измерения, включая анализ абсолютных и относительных ошибок измерений, делать обоснованные выводы по результатам исследований, представленным в виде таблиц или графиков» [2, с. 60].

По теории деятельности человек, который овладел обобщенным приемом деятельности, может применить его в любой конкретной ситуации. Предполагается, что с каждым годом усилится переориентация экзаменационной модели на деятельностный подход. В связи с этим актуальным становится исследование процесса обучения учащихся обобщенным приемам по выполнению заданий, проверяющих экспериментальные умения.

Целью исследования является разработка методики формирования у учащихся обобщенных приемов деятельности по выполнению экспериментальных заданий по физике.

### **Материал и методы исследования**

При деятельностном подходе к проблеме обобщения знаний и умений «исследователь начинает с выявления содержания действий, которые субъект выполняет при решении проблемы» [3, с. 4]. В данном исследовании Н.Ф. Талызина изучила зависимость процесса обобщения от структурных и функциональных частей действия субъекта и доказала, что процесс обобщения зависит от ориентировочной основы действий деятельности.

Для определения содержания ориентировочной основы действий следует выявить виды деятельности, которые нужно формировать у учащихся, чтобы они успешно выполнили экспериментальные задания по физике методологического блока ОГЭ. Анализ заданий контрольно-измерительных материалов показал, что при их выполнении учащиеся должны нарисовать схему экспериментальной установки (ЭУ), оформить результаты прямых и косвенных измерений в виде таблицы, строить графики по полученным данным, сделать выводы по проведенному эксперименту [4]. Каждый вид деятельности состоит из последовательности определенных действий, которые приведены на разработанных учебных картах. Учебная карта с ориентировочной основой действий по составлению схематичного рисунка ЭУ приведена в таблице 1.

Таблица 1

Учебная карта № 1 «Составление схематичного рисунка экспериментальной установки»

Ориентировочные признаки	Способ выполнения задания
Схема экспериментальной установки – схематичное изображение, состоящее из условных обозначений. Для того чтобы ее построить,	1. Установить объекты, входящие в состав экспериментальной установки.

<p>необходимо знать, как обозначается тот или иной элемент установки.</p> <p>Для того чтобы правильно нарисовать схему экспериментальной установки, вам необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выделить объект, который подвергается воздействию других объектов;</li> <li>– выделить объекты, с которыми взаимодействует первый объект;</li> <li>– выделить условия, при которых происходит взаимодействие объектов;</li> <li>– зафиксировать результат изменения состояния первого объекта под воздействием других объектов</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Нарисовать главный объект, состояние которого изменяется.</li> <li>3. Нарисовать объекты, с которыми взаимодействует главный объект.</li> <li>4. Нарисовать условия, необходимые для изменения состояния главного объекта, и результат этого изменения.</li> <li>5. Нарисовать и подписать все действующие на объект силы</li> </ol>
--	--

Учебная карта с действиями по составлению таблиц для фиксирования данных эксперимента приведена в таблице 2.

Таблица 2

Учебная карта № 2 «Составление таблицы для измеренных и вычисленных физических величин»

Способ составления таблиц для измеренных и вычисленных физических величин
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить, сколько физических величин нужно измерить и вычислить.</li> <li>2. Установить, сколько раз надо повторить измерение величин.</li> <li>3. Нарисовать строки, число которых соответствует количеству измерений, и одну строку для шапки таблицы.</li> <li>4. Нарисовать столбцы, количество которых соответствует числу измеренных и вычисленных величин, и один столбец для указания номеров повторений измерений.</li> <li>5. Написать в шапке таблицы первого столбца знак № для порядкового номера повторения измерений. В заголовках других столбцов написать обозначения физических величин, после запятой написать обозначение единицы измерений.</li> <li>6. Перевести все измеренные и вычисленные величины в СИ.</li> <li>7. Заполнить ячейки таблицы значениями физических величин и, если задание требует, с абсолютной погрешностью измерений</li> </ol>

Учебная карта с действиями по построению графика зависимости между физическими величинами приведена в таблице 3.

## Учебная карта № 3 «График зависимости между физическими величинами»

Ориентировочные признаки	Способ выполнения задания
<p>Функцией называется зависимость, при которой каждому значению независимой переменной соответствует единственное значение зависимой переменной.</p> <p>График функции – множество точек <math>(x, y)</math>, где <math>x</math> – аргумент, а <math>y</math> – значение функции, которое соответствует данному аргументу.</p> <p>По оси абсцисс (ОХ) графика откладывается независимая величина <math>x</math>, обычно эта величина измеряется вручную (время, расстояние, вес, длина нити и т.д.).</p> <p>По оси ординат (ОУ) откладывается зависимая величина (функциональная зависимость) <math>y=f(x)</math>. Обычно эта величина вычисляется через формулу (скорость, сила упругости и т.д.). Важно помнить, что при изменении независимой величины меняется зависимая величина.</p> <p>Координатная плоскость – это плоскость, на которой определена система координат. Эта плоскость определяется двумя прямыми линиями, пересекающимися под прямым углом. Начало координат (буква О) находится в точке пересечения этих линий.</p> <p>Масштабные деления на координатах наносятся равномерно так, чтобы кривая занимала всю площадь графика. Данные наносятся в виде точек, крестиков или кружков.</p> <p>Если наблюдается значительный разброс экспериментальных точек, то непрерывную</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Начертить две взаимно перпендикулярные прямые, которые пересекаются в точке, обозначить точку пересечения буквой О.</li> <li>2. На горизонтальной и перпендикулярной прямых указать положительное направление при помощи стрелок. Горизонтальная прямая будет осью абсцисс (ОХ), а перпендикулярная – осью ординат (ОУ).</li> <li>3. Установить, какая физическая величина является независимой, а какая – зависимой величиной.</li> <li>4. Около стрелок на оси абсцисс (ОХ) написать обозначение независимой величины, на оси ординат (ОУ) – обозначение зависимой величины, после запятой написать обозначение единиц измерения величины.</li> <li>5. Выбрать масштаб, т.е. единичные отрезки, и отметить их на осях координат.</li> <li>6. Обозначить числовые значения единичных отрезков.</li> <li>8. На пересечении числовых значений осей отметить экспериментальные точки, соответствующие зависимым физическим величинам.</li> <li>9. Для каждой зависимой величины на координатной плоскости указать погрешность измерения. Она указывается отрезками, длина которых равна величине абсолютной погрешности в выбранном масштабе.</li> <li>10. Плавно соединить экспериментальные точки кривой линией</li> </ol>

кривую нужно провести так, чтобы она находилась как можно ближе к точкам	
--	--

Для обучения учащихся формулировке выводов по экспериментальным заданиям нужно определить, какие типы заданий имеются в экзаменационной модели контрольно-измерительных материалов, разработанных в соответствии с требованиями ФГОС. При реализации требований нового стандарта к формированию у обучающихся экспериментальных умений разрабатываются следующие типы заданий: 1) прямое измерение физических величин; 2) изучение зависимости между физическими величинами по данным, отраженным в таблицах или в графиках; 3) наблюдение явлений и постановка опытов с заданными параметрами; 4) проверка предположений по данным прямых измерений [2, 4].

При формулировании вывода по заданию с прямым измерением величин (1-й тип) нужно написать вычисленное по формуле численное значение величины с единицей его измерения. В выводе по 2-му типу задания нужно указать, как зависит один параметр от изменения другого независимого параметра (увеличивается, не изменяется или уменьшается), основываясь на величинах, приведенных в таблице или в графике. При наблюдении явлений, происходящих в двух опытах (3-й тип), нужно написать вывод о том, как изменяются показания приборов при изменении (увеличении или уменьшении) заданной величины. В выводе по заданию типа 4 нужно указать, правильны или ошибочны предположения, выдвинутые после прямых измерений двух величин, для чего следует сравнить интервалы значений величин с абсолютными погрешностями.

При формировании у учащихся обобщенных приемов деятельности применен метод поэтапного формирования знаний и действий П.Я. Гальперина. Обучение учащихся обобщенным приемам любой деятельности должно проходить минимум в два этапа. На первом этапе происходят осмысление учащимися ориентировочных основ обобщенных приемов деятельности и овладение способами выполнения их действий. Человек считается овладевшим обобщенным приемом, если умеет применять его к любым конкретным ситуациям. На втором этапе идет обучение учащихся применению обобщенных приемов при выполнении частных практических заданий.

Методика использования обобщенных приемов при обучении учащихся выполнению экспериментального задания ОГЭ была апробирована среди учащихся 9-го класса МОБУ «СОШ №26 им. Е.Ю. Келле-Пелле» г.о. г. Якутск. Перед обучением был определен уровень умений учащихся выполнять задания ОГЭ по физике.

На первом этапе обучения учащиеся должны были осмыслить содержания четырех обобщенных приемов: составление схематичных рисунков ЭУ, составление таблицы значений величин прямых измерений, построение графика зависимости одного параметра от другого,

формулирование выводов по результатам выполнения разных типов экспериментальных заданий. Затем учащиеся должны овладеть способами выполнения действий данных обобщенных приемов, используя разработанные учебные карты.

По деятельностной теории человек осознает обобщенные приемы, если он сам эти приемы выделил самостоятельно. Действия обобщенных приемов экспериментальной деятельности следует выделить совместно с учащимися, чтобы они осознали эти действия. Учащиеся получили домашние задания – составить план действий по выполнению соответствующих деятельностей и указать способы выполнения каждого действия. На следующем уроке после обсуждения всех вариантов совместно с учащимися выделены действия обобщенных приемов, которые были отражены в учебных картах. Затем в соответствии с теорией поэтапного формирования умственных действий проведена самостоятельная работа учащихся по осознанию последовательности действий с использованием учебных карт, в результате которой учащиеся овладели обобщенными способами действий соответствующих видов экспериментальной деятельности. Для организации этапов поэтапного формирования умственных действий учащиеся использовали разработанные дидактические материалы.

На втором этапе учащиеся сначала отдельно применяли к разным конкретным заданиям обобщенные умения рисовать схему опыта, зафиксировать результаты физического опыта в виде таблицы или графиков и формулировать выводы по результатам эксперимента. Уровень овладения каждым видом деятельности определяли по результатам контрольных заданий. Затем для полного овладения экспериментальной деятельностью учащимся многократно были даны разные типы заданий, при выполнении которых нужно было использовать совместно несколько обобщенных приемов деятельностей.

После двух этапов обучения проведена итоговая контрольная работа по демонстрационным экспериментальным заданиям ОГЭ, в процессе выполнения которой учащиеся должны были применить все четыре обобщенных приема деятельности.

Таким образом, методика формирования обобщенных умений состояла в том, чтобы сначала отдельно формировать у учащихся обобщенные приемы разных видов деятельностей, используя этапы поэтапного формирования умственных действий, затем обучать учащихся объединить данные приемы при выполнении основной экспериментальной деятельности. Обучение учащихся способам действий обобщенных приемов, из которых состоит деятельность по выполнению экспериментальных заданий методологического блока ОГЭ, проходило в течение шести занятий, в конце каждого занятия учащиеся выполняли четыре самостоятельные и два контрольные работы.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Результаты самостоятельных и контрольных работ, проведенных во время обучения учащихся, проанализированы с помощью критерия, показывающего качество выполнения действий, составляющих обобщенные приемы. При определении критерия «коэффициент полноты выполнения действий  $K_d$  вычислялся по формуле:

$$K_d = \frac{n}{N},$$

где  $n$  – число правильно выполненных действий;  $N$  – общее число действий, которые требуется выполнить» [5, с. 100].

Коэффициенты полноты выполнения действий обобщенных приемов  $K_d$  в процентах приведены в таблице 4.

Таблица 4

Коэффициенты полноты выполнения действий обобщенных приемов  $K_d$  (%)

	Составление схематичного рисунка ЭУ	Составление таблицы данных	Построение графика	Формулирование вывода	Общий $K_d$
До обучения	40	30	48	13	32,8
Во время обучения	76	84	71	47	69.5
После обучения	68	70	66	48	63

Результаты проведенного педагогического эксперимента показали увеличение общего коэффициента полноты выполнения экспериментального задания в целом на 30,2%, а также улучшение качества выполнения действий отдельных видов деятельности. Коэффициент полноты выполнения действий  $K_d$  обобщенного приема при использовании учебной карты № 1 «Составление схематического рисунка экспериментальной установки» повысился на 28%. При выполнении данной деятельности учащиеся затруднялись рисовать условия, необходимые для изменения состояния главного объекта, и результат этого изменения. При фиксировании данных эксперимента в виде таблицы при применении учебной карты № 2 «Составление таблицы измеренных и вычисленных физических величин» коэффициент  $K_d$  повысился на 40%. Для учащихся наиболее сложным видом деятельности оказался обобщенный прием по построению графиков, то есть действия учебной карты № 3 «График зависимости между физическими величинами», вследствие чего коэффициент  $K_d$  повысился лишь на 18%. При выполнении данной деятельности у учащихся были ошибки при

определении масштабных равномерных делений на координатах графиков. При выполнении действий обобщенного приема «Формулирование вывода к разным типам экспериментальных заданий ОГЭ по физике» коэффициент  $K_d$  повысился на 35%. Нужно отметить, что учащиеся испытали некоторые затруднения при формулировании выводов по заданиям типа «Наблюдение явлений и постановка опытов с заданными параметрами».

### **Заключение**

В ходе исследования определены виды и содержание обобщенных приемов деятельности по выполнению экспериментальных заданий, разработаны учебные карты, содержащие ориентировочные основы действий. После обучения учащихся обобщенным приемам экспериментальной деятельности с использованием метода поэтапного формирования умственных действий общий коэффициент полноты выполнения действий  $K_d$  экспериментального задания ОГЭ по физике повысился на 30%.

Таким образом, методика обучения обобщенным приемам экспериментальной деятельности оказалась эффективной для формирования у учащихся экспериментальных умений.

### **Список литературы**

1. Демидова М.Ю., Грибов В.А. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по физике // Педагогические измерения. 2021. № 4. С. 132-150.
2. Демидова М.Ю., Грибов В.А. Экзаменационная модель КИМ ЕГЭ по физике, отвечающая требованиям ФГОС СОО // Педагогические измерения. 2021. № 2. С. 60-69.
3. Талызина Н.Ф. Деятельностный подход к механизмам обобщения // Вопросы психологии. 2001. № 3. С. 3-16.
4. Серпова У.В. Оценивание экспериментальных умений в школьном курсе физики // Педагогические измерения. 2017. № 1. С. 51-55.
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.