

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ

Шимко Елена Анатольевна,

*кандидат педагогических наук, доцент кафедры общей и экспериментальной физики
Алтайского государственного университета, г. Барнаул, e-mail: eashimko65@gmail.com*

В СТАТЬЕ ОПИСАНЫ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ. ПРИВОДЯТСЯ ПАРАМЕТРЫ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОБЪЕКТОВ И ЯВЛЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА.

• естественнаучная грамотность учащихся • модельный подход к изучению объектов и явлений окружающего мира

Одним из видов функциональной грамотности является естественнаучная грамотность личности. Опыт учащегося при изучении природных явлений и является источником формирования его естественнаучной грамотности [1, с. 34]. Результаты международных исследований качества естественнаучного образования показали, что российские школьники при наличии достаточно высоких предметных знаний и умений испытывают значительные затруднения при выполнении компетентностно ориентированных и контекстных заданий, которые требуют применения предметных и межпредметных знаний в ситуациях, близких к повседневной жизни, а также в работе с информацией, представленной в различной форме (графики, диаграммы, таблицы, схемы, рисунки, фотографии и т.д.).

Небольшой процент российских учащихся, отвечающих современным мировым требованиям к образованному человеку, объясняется наличием проблемы недостатка тех учебно-методических комплексов для школьных курсов физики, химии и биологии, в которых имеются компетентностно ориентированные и контекстные задания.

Результаты основного экзамена по физике выпускников 9-х классов общеобразовательных учреждений Алтайского края

в 2018 г. свидетельствуют о том, что учащиеся, обладая знанием содержательной части курса физики основной школы (фактическим материалом), испытывают значительные затруднения в процессе преобразования информации в заданиях КИМ ОГЭ.

Поскольку речь идёт об одном и том же физическом явлении (электрический ток при последовательном соединении проводников), то затруднения учащихся обусловлены лишь разным способом представления условия задачи. Эти примеры наглядно свидетельствуют о важности формирования не только предметных знаний, но и операционализированных умений, например умений преобразования информации из одной знаковой системы в другую.

В качестве гипотезы исследования педагогического эксперимента автором статьи было выбрано предположение о том, что компоненты естественнаучной грамотности учащихся должны быть неразрывно взаимосвязанными: изменения, происходящие с компетентностным компонентом, должны неизбежно привести к изменению когнитивно-содержательного, контекстного и мотивационно ценностного компонентов естественнаучной грамотности. Это предположение о взаимосвязи и взаимовлиянии

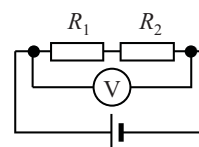
Пример 1 (85% выполнения задания 16).

Три резистора, сопротивления которых $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$ и $R_3 = 9 \text{ Ом}$, соединены последовательно. Вольтметр, подключённый к первому резистору, показывает напряжение 6 В. Чему равно напряжение на всём участке цепи?

Ответ: _____ В.

Пример 2 (67% выполнения задания 16).

В электрической цепи, представленной на схеме, сопротивления проводников равны $R_1 = 5 \text{ Ом}$ и $R_2 = 10 \text{ Ом}$ соответственно. Вольтметр показывает напряжение 30 В. Определите напряжение на первом проводнике.



Ответ: _____ В.

указанных компонентов обусловлено тем, что воздействия окружающей среды (природной и социальной) преломляются через свойства и состояния личности, инициируя развитие способности учащегося, которая характеризуется термином «естественно-научная грамотность».

В когнитивно-содержательный компонент естественнонаучной грамотности входят знания об окружающем мире и знания о естественных науках. В содержательном компоненте выделены две составляющие: естественнонаучные знания и методологические знания (знание о науке как о проводимых человеком исследованиях). При сравнении предметных и методологических знаний учащихся предлагается выделение типов явлений, которые очерчивают и фиксируют предмет изучения.

Компетентностный компонент естественнонаучной грамотности учащихся включает в себя умения применять имеющиеся предметные и методологические знания для описания и объяснения явлений окружающего мира, что является актуальной задачей современного образования. Компетентностный подход к учебному процессу должен быть направлен на то, чтобы учащиеся смогли анализировать ситуации практического характера, распознавать в них знакомые явления и применять знания для их объяснения; распознавать проблемы, которые можно решить при помощи научных методов; находить адекватную задаче модель. Они также должны уметь решать задачу (проблему) как на основе имеющихся знаний с использованием математического аппарата, так и при недостатке необходи-

мого материала с помощью методов оценки, на качественном уровне или на основе перевода информации из одной знаковой системы в другую и умения критически её оценивать.

Под контекстным компонентом естественнонаучной грамотности понимают умения учащегося применять научные знания в ситуациях жизненного характера. В процессе контекстного образования предметно-когнитивный (теоретический) опыт и практический опыт приобретают характер личностного благодаря интеграции в предметный опыт личностно значимых ситуаций, опирающийся на донаучный личностный опыт взаимодействия с явлениями и процессами в природе, быту, несущих в себе ценности и смысл познания законов природы.

Мотивационно-ценностный компонент естественнонаучной грамотности представляет собой взаимосвязь потребностных и мировоззренческих характеристик личности, объединяемых единой эмоциональной сферой. Совокупность этих характеристик образует своеобразный стержень сознания, обеспечивающий устойчивость личности, преобладание определённого типа поведения и деятельности, выраженную в направленности потребностей и интересов. По этой причине мотивационно-ценностные ориентации являются важным фактором, регулирующим и детерминирующим развитие личности. Мотивационно-ценностные ориентации проявляются в том случае, если человек способен оценить себя, окружающих людей и обстоятельства, если он умеет принимать решения в проблемных ситуациях и выходить из конфликтных ситуаций,

т.е. если он умеет задавать и изменять доминанты собственной жизнедеятельности в направлении «Потребность → мировоззрение».

Для проверки выдвинутой гипотезы было необходимо выбрать такой диагностический инструментарий, на основе которого можно было бы оперативно фиксировать приращение опыта личности, в ходе которого разрешаются противоречия между достигнутым уровнем её развития и уровнем, необходимым для осуществления творческой деятельности (противоречия природного и общественного характера, индивидуального и общественного, теоретического и практического, объективного и субъективного). Для выявления уровня сформированности естественнонаучной грамотности автором были выбраны четыре параметра диагностики (табл. 1).

1. Оценка сформированности когнитивно-содержательного компонента естественнонаучной грамотности. Параметром диагностики в авторском исследовании являлось знание фактического материала (понятия, физические величины, законы, особенности протекания физических явлений и т.д.). Инструмент диагностики выбирался в зависимости от её целей. Для диагностики степени запоминания фактического материала на разных этапах освоения предметного содержания использовались

тесты, составленные на основе базы тестовых заданий Федерального института педагогических измерений (www.fipi.ru). В тесты были включены задания различного уровня сложности, позволяющие проверить умение учащихся применять естественнонаучные знания как в типовых, так и в нестандартных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов деятельности или создания собственного плана выполнения задания.

2. Оценка сформированности компетентностного компонента естественнонаучной грамотности. Для диагностики наличия умения переводить информацию из одной знаковой системы в другую можно применять задания из учебного пособия «Физика: приборы и измерения» [2], основой для создания которых являлись дидактические карточки Л.И. Скредина. Эти карточки до сих пор актуальны, поскольку оценка работы учащихся с рисунками и графиками помогает достоверно проверять не только уровень освоения учениками понятийного аппарата курса физики основной школы, но и их умение применять изученные понятия, модели, величины и законы для анализа физических явлений и процессов [3]. Для диагностики сформированности операционализированных умений необходимо выбирать задания, выполнение которых требует от учащихся преобразования информации и, тем самым,

Таблица 1

№	Компоненты естественнонаучной грамотности	Параметры диагностики	Инструмент
1	Когнитивно-содержательный	Знание фактического материала (понятия, явления, физические величины, законы)	Тест на основе Открытого банка заданий ЕГЭ (ФИПИ)
2	Компетентностный	Перевод информации из одной знаковой системы в другую	Модельные задачи, содержащие рисунки, графики, диаграммы, таблицы, схемы
3	Контекстный	Понимание предметного содержания поставленной проблемы (осмысление проблемы, способов действия, установление причинно-следственных связей, демонстрация знаний и понимания естественнонаучных понятий, их применения для объяснения конкретной ситуации)	Текст, задания к тексту различного уровня сложности
4	Мотивационно-ценностный	Доминирующая установка в отношении природы	Тест «ЭЗОП»

Таблица 2

Распределение заданий по видам умений учащихся

№	Умения
1	Понимать смысл задачных моделей (о каком явлении идёт речь)
2	Узнавать формулы, законы или их графические интерпретации
3	Применять физические формулы, законы для анализа эффектов на качественном уровне
4	Применять физические формулы, законы для анализа явления на расчётном уровне
5	Выявлять причинно-следственную связь между величинами, входящими в закон (формулу), в том числе графическую интерпретацию зависимости величины
6	Приводить примеры протекания явления в природе или его использования в технических устройствах
7	Различать условия протекания явления или влияние различных факторов на протекание явления
8	Объяснять явление на основе научной теории

конструирования новой модели, адекватной предложенной задаче, а затем решения её и интерпретации полученных результатов (табл. 2).

Рассмотрим примеры заданий к рис. 1 в соответствии с перспективной моделью контрольных измерительных материалов основного государственного экзамена (КИМ ОГЭ) по физике, разработанной в соответствии с требованиями ФГОС ООО к предметным результатам по этому предмету и учитывающей современные тенденции в изменении содержания естественнонаучного образования (табл. 3). Задания 1–6 имеют базовый уровень сложности, задание 7 — повышенного уровня сложности.

Представленное выше в табл. 2 распределение заданий по видам умений учащихся

полностью соответствует проекту Кодификатора предметных результатов обучения и проверяемых элементов содержания для проведения основного государственного экзамена по физике в 2020 году, раздел 1 «Перечень предметных результатов обучения, проверяемых заданиями экзаменационной работы».

В табл. 4. в 1-м столбце обозначены коды предметных результатов обучения (ПРО), во 2-м столбце — коды операционализированных умений (ОУ).

3. Оценка сформированности контекстного компонента естественнонаучной грамотности. Инструментом диагностики понимания предметного содержания (осмысление проблем, способов действий, закономерностей и их проявлений в жизни,

Пример 3.

На рисунке изображена схема электрической цепи для питания лампы накаливания через реостат от аккумулятора (рис. 1). Сопротивление лампы и реостата указаны на схеме. Электроизмерительные приборы показывают силу тока в цепи и напряжение на полюсах источника тока при замкнутом ключе.

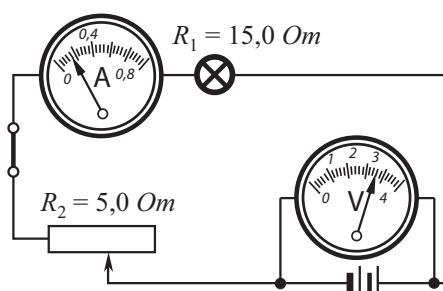


Рис. 1. Схема электрической цепи для питания лампы накаливания

Таблица 3

Примеры заданий в соответствии с перспективной моделью КИМ ОГЭ по физике

№	Условие задания	Пример выполнения	Предметные результаты обучения (ПР), операционализированные умения (ОУ)*
1	Определите силу тока в цепи с учётом погрешности её измерения амперметром, которая равна половине цены деления его шкалы	Цена деления шкалы амперметра: $c = \frac{0,8 \text{ A} - 0,4 \text{ A}}{10} = 0,04 \text{ A}.$ 2. Значение силы тока, которое он показывает, с учётом абсолютной погрешности измерения: $I = (0,16 \pm 0,02 \text{ A})$	Проводить прямые измерения физических величин с использованием измерительных приборов (аналоговых и цифровых): считывать показания приборов с их округлением до ближайшего штриха шкалы и записывать результаты измерений в виде равенства $x_{\text{изм}} = x \pm \Delta x$; неравенства $x - \Delta x < x_{\text{изм}} < x + \Delta x$ или обозначать этот интервал на числовой оси
2	Определите напряжение на аккумуляторе с учётом погрешности его измерения вольтметром, которая равна половине цены деления его шкалы	1. Цена деления шкалы вольтметра: $c = \frac{2 \text{ В} - 1 \text{ В}}{5} = 0,2 \text{ В}.$ 2. Значение напряжения, которое он показывает, с учётом абсолютной погрешности измерения: $U = (3,2 \pm 0,1) \text{ В}$	
3	Найдите внешнее сопротивление цепи потребителей тока по данной схеме	1. Формула для внешнего сопротивления цепи при последовательном соединении лампы и реостата: $R = R_1 + R_2.$ 2. Расчёт значения величины: $R = 15 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом} = 20 \text{ Ом}$	Проводить косвенные измерения физических величин: по закону или формуле определять физические величины.
4	Определите напряжение: а) на лампе; б) на реостате	1. Напряжение на потребителе тока находится с помощью закона Ома для участка цепи: $U = IR.$ 2. а) Напряжение на лампе $U_1 = IR_1,$ $U_1 = 0,16 \text{ A} \cdot 15 \text{ Ом} = 2,4 \text{ В};$ б) напряжение на реостате $U_2 = IR_2,$ $U_2 = 0,16 \text{ A} \cdot 5 \text{ Ом} = 0,8 \text{ В}$	Характеризовать свойства тел, физические явления и процессы, используя физические величины, физические законы и принципы: • правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения, определять приборы для их измерения; • различать словесную формулировку и математическое выражение закона; формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами; • вычислять значение величины при анализе явлений с использованием законов и формул
5	Определите мощность тока: а) на лампе; б) на реостате	1. Мощность тока можно найти по формуле $P = I^2 R$ 2. а) В лампе $P_1 = I^2 R_1,$ $P_1 = (0,16 \text{ A})^2 \cdot 15 \text{ Ом} = 0,38 \text{ Вт};$ б) в реостате $P_2 = I^2 R_2,$ $P_2 = (0,16 \text{ A})^2 \cdot 5 \text{ Ом} = 0,13 \text{ Вт}$	

№	Условие задания	Пример выполнения	Предметные результаты обучения (ПР), операционализированные умения (ОУ)*
6	Какое количество теплоты выделится за 20 мин: а) на лампе; б) на реостате?	1. Выделяющееся количество теплоты можно найти, используя закон Джоуля–Ленца: $Q = I^2 R t.$ 2. а) В лампе $Q_1 = I^2 R_1 t,$ $Q_1 = (0,16 \text{ A})^2 \cdot 15 \text{ Ом} \cdot 1200 \text{ с} = 461 \text{ Дж};$ б) в реостате $Q_2 = I^2 R_2 t,$ $Q_2 = (0,16 \text{ A})^2 \cdot 5 \text{ Ом} \cdot 1200 \text{ с} = 154 \text{ Дж}$	
7	Какими станут напряжение на зажимах источника тока, сила тока и внешнее сопротивление цепи, если лампу включить параллельно реостату? В данном случае нужно учесть, что показания вольтметра уменьшатся на 30%	1. При параллельном включении лампы и реостата напряжение на зажимах источника: $U' = 0,7U,$ $U' = 0,7 \cdot 3,2 \text{ В} = 2,24 \text{ В}.$ 2. Общее сопротивление лампы и реостата находится с помощью формулы $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{или} \quad R' = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$ 3. Сила тока по закону Ома для участка цепи равна: $I' = \frac{U'}{R'},$ $I' = \frac{2,24 \text{ В}}{3,75 \text{ Ом}} = 0,60 \text{ А}$	

* Проект Кодификатора предметных результатов обучения и проверяемых элементов содержания для проведения основного государственного экзамена по физике в 2020 г.

Таблица 4

Предметные результаты обучения и операционализированные умения для проведения основного государственного экзамена по физике (по Кодификатору)

Код ПРО	Код ОУ	Предметные результаты обучения (ПР), операционализированные умения (ОУ)
14		Описывать принципы действия изученных приборов и технических устройств
	14.1	Различать явления и закономерности, лежащие в основе принципа действия машин, приборов и технических устройств
	14.2	Описывать принципы действия изученных приборов и технических устройств (с опорой на схемы, рисунки и т.п.), используя знания о свойствах физических явлений и необходимые физические закономерности
	14.3	Приводить примеры практического использования физических знаний в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде

выбора решения на основе теоретических знаний) были задания, разработанные автором при составлении программы элективного курса «Альтернативные источники энергии» [4]. Последовательное осуществление практической направленности этого курса ориентировано на изучение условий

жизни и энергопотребления как всего общества, так и отдельной личности. Учащиеся должны осознать, что все аспекты существования человечества (социальные, природные, технологические, информационные и т.д.) в наше время неразрывно связаны между собой.

Пример 4.

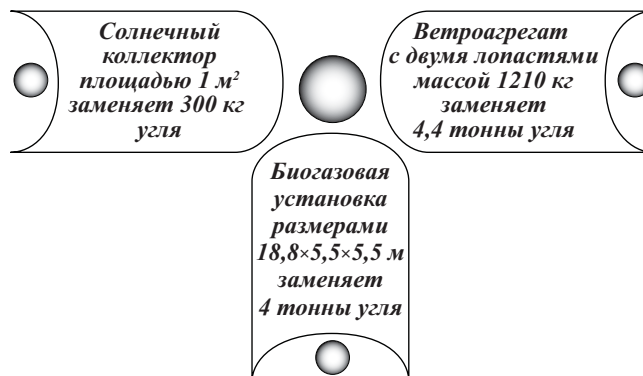
Прочтите текст «Различные источники энергии». Используя информацию, представленную в нём, а также данные таблицы и приведённые на рисунке характеристики различных энергоустановок, придумайте различные задачи и решите их.

Различные источники энергии

Потребление энергии является одним из важных факторов развития экономики и уровня жизни людей. За последние 140 лет потребление энергии во всём мире возросло примерно в 20 раз, а численность населения планеты — в 4 раза. Сегодня в индустриальных странах сосредоточено 16% населения и 55% энергопотребления в мире. В развивающихся странах — 84% населения и 45% энергопотребления.

Мировые запасы нефти: Саудовская Аравия — 26%, Ирак — 11%, Иран — 9%, Кувейт — 9%, Россия — 5%, США — 2%. Мировые запасы природного газа: Персидский залив — 33%, Россия — 33%. Мировые запасы угля: США — 25%, Россия — 16%, Китай — 12%.

В настоящее время наиболее крупными потребителями органического топлива являются промышленность и тепловые электростанции. Из всего используемого топлива около 20% идёт на производство электроэнергии, 30% — на получение так называемой низкопотенциальной теплоты (отопление жилищ, нагрев воды и т.д.), 30% — на автономный транспорт (авиация, морской и автотранспорт). Около 20% топлива потребляет химическая и металлургическая промышленность. К примеру, электрическая мощность Барнаульской ТЭЦ-3, работающей на угле, равна 445 МВт, тепловая мощность 1450 Гкал/ч. С 1997 года 4 котла пиковой котельной ТЭЦ переведены на природный газ.



Потребность г. Барнаул в топливе и ГСМ в 2005 г.

Наименование	Единицы измерения	Количество	Дейст. цена, руб.	Сумма, млн руб.
Уголь, всего	тыс. тонн	2692	740,0	1992,08
В т.ч. население	тыс. тонн	797	740,0	589,78
Топочный мазут	тыс. тонн	30	2970,0	89,1
В т.ч. население	тыс. тонн	14,4	2970,0	42,768
Природный газ	тыс. м.куб.	366936	1446,0	530,6
В т.ч. население	тыс. м.куб.	132363	1446,0	191,4
ГСМ всего	тонн	146286	22848,8	3289,7
Дизтопливо	тонн	98476	22638,8	2229,4
Бензин АИ-80	тонн	21800	20138,7	439
Бензин АИ-92	тонн	26010	23888,8	621,3
Итого				10015,13

Условия заданий для оценки сформированности контекстного компонента естественнонаучной грамотности учащихся были составлены в соответствии с моделью компетентностно ориентированных заданий, предложенной Г.С. Ковалёвой [5, с. 194]. В этой модели представлены рекомендации по конструированию текста (*что дано в задании*), вопросов (*что нужно определить*), а также критерии оценивания и, при необходимости, инструкции к выполнению заданий.

Особенностью этих заданий является тот факт, что в условии нет указания на конкретные действия. Учащимся необходимо выстроить свой алгоритм действий в предложенных жизненных ситуациях; используя предметные знания, дать объяснение своей точки зрения, основанной на этих знаниях; представить информацию, подтверждающую сформулированные выводы; соотнести с жизненным опытом; спрогнозировать результат и сделать вывод, работает ли он на сохранение здоровья.

По выбору ответа и по аргументам, которые приводит учащийся, можно судить о степени сформированности контекстного компонента его естественнонаучной грамотности. Таким образом, при выборе данного вида диагностического задания появилась возможность измерений следующих способностей учащихся:

- умение выделить проблему;
- умение найти выход из заданной реальной ситуации, используя научное объяснение явлений и научные доказательства;

- объём естественнонаучных знаний, необходимых для решения задачи (знания о научных терминах, методах);
- отношение учащихся к ресурсам и окружающей среде, понимание значимости научного познания при изучении явлений различной природы.

Данные задания были рассчитаны не только на проверку предметных знаний, но и на оценку способности учащегося к конкретизации собственных действий в подобных жизненных ситуациях. Текст заданий предполагал моделирование именно своих действий. Учащиеся, как правило, приводили разные аргументы, анализ которых становился основой для обсуждения и выявления разного уровня понимания теории предмета. Таким образом, подобные задания позволяли выявить сформированность умений находить выход из предложенной проблемной ситуации.

Задания так же соответствуют проекту Кодификатора предметных результатов обучения и проверяемых элементов содержания для проведения основного государственного экзамена по физике в 2020 г. (табл. 5).

Предлагаемые нами задания соответствуют модели измерительных материалов для оценки предметных результатов по физике (для государственной итоговой аттестации и для промежуточной аттестации) и для оценки метапредметных результатов

Таблица 5

Предметные результаты обучения и операционализованные умения для проведения основного государственного экзамена по физике (по Кодификатору)

Код ПРО	Код ОУ	Предметные результаты обучения (ПР), операционализованные умения (ОУ)
16		Использовать при выполнении учебных заданий научно-популярную литературу физического содержания, справочные материалы, ресурсы сети Интернет
	16.1	Осуществлять поиск информации физического содержания в сети Интернет, самостоятельно формулируя поисковый запрос; находить пути определения достоверности полученной информации на основе имеющихся знаний и дополнительных источников
	16.2	Интерпретировать информацию физического содержания, отвечать на вопросы с использованием явно и неявно заданной информации. Преобразовывать информацию из одной знаковой системы в другую
	16.3	Применять информацию из текста при решении учебно-познавательных и учебно-практических задач. Создавать собственные сообщения, обобщая информацию из нескольких источников, грамотно использовать изученный понятийный аппарат курса физики

обучения (диагностики межпредметных понятий на материале предметов естественнонаучного цикла, мониторинга познавательных УУД на материале физики и диагностики познавательных УУД в рамках предметов естественнонаучного цикла), обеспечивающих валидность по проверяемому спектру планируемых результатов и позволяющих получать объективную и надёжную информацию о качестве индивидуальной учебной подготовки школьников и качестве учебной подготовки групп учащихся [6, 7].

4. Оценка сформированности мотивационно-ценностного компонента естественнонаучной грамотности. Инструментом диагностики была выбрана методика диагностики и коррекции отношения к природе, разработанная В.А. Ясвиным и С.Д. Дерябо [8]. По нашему мнению, динамику формирования мотивационно-ценностного компонента естественнонаучной грамотности учащихся помогла отследить вербальная ассоциативная методика «ЭЗОП». Этот инструмент диагностики позволяет исследовать тип доминирующей установки в отношении природы. В.А. Ясвин и С.Д. Дерябо условно выделили 4 типа таких установок в соответствии с тем, как личность воспринимает природу:

- 1) как объект красоты (эстетическая установка);
- 2) как объект изучения (когнитивная установка);
- 3) как объект охраны (этическая установка);
- 4) как объект пользы (прагматическая установка).

Подводя итоги первоначальной оценки сформированности всех компонентов естественнонаучной грамотности учащихся контрольных и экспериментальных групп, авторы сделали вывод, что полученные итоговые данные схожи с результатами международного исследования PISA, с помощью которого в течение последних десяти лет проверялись способности российских школьников. Для улучшения сложившейся ситуации был выбран модельный подход к изучению объектов и явлений окружающего мира в экспериментальных группах при проведении педагогического эксперимента [9, 10].

Модельный подход — это подход, связанный с представлением изучаемого явления или объекта в виде модели, способной дать учащимся новую информацию об объекте или явлении. Такой подход к изучению объектов и явлений окружающего мира даёт возможность преобразования учебного материала в вид, который позволяет заменить реальный изучаемый объект идеальной моделью, сохраняющей его основные свойства и позволяющей разобраться в структуре и функциях.

Для реализации модельного подхода при организации учебного процесса в экспериментальных группах применялось большое количество задачных моделей вместо традиционных задач из учебника физики и сборника задач. Выбор данного вида модели был обусловлен тем, что она содержит необходимые и достаточные признаки любой модели в виде трёх взаимосвязанных и обуславливающих друг друга условий моделирования:

- условие отражения или уточнённой аналогии (между моделью и оригиналом имеются отношения сходства, форма которого явно выражена и точно зафиксирована);
- условие репрезентации (модель в процессе научного познания является заместителем изучаемого объекта или явления окружающего мира);
- условие экстраполяции (изучение модели позволяет получить новую информацию об оригинале).

В течение учебного года учащиеся экспериментальных групп выполняли задания, в которых по рисункам и фотографиям экспериментальных установок необходимо было осуществлять определённый комплекс действий:

- узнавать изображённые измерительные приборы и оборудование;
- снимать показания измерительных приборов (линейка, транспортир, динамометр, весы, мензурка, термометр, секундомер электронный, амперметр, вольтметр, манометр, барометр бытовой и др.);
- применять формулы для расчёта физических величин;
- представлять себе условия протекания зафиксированных явлений и опытов;

- различать условия протекания явления или влияние различных факторов на его протекание;
- приводить примеры явлений в природе или использования в технических устройствах их проявлений.

Поэлементный анализ выполнения учащимися заданий позволяет сравнить значения позиционных коэффициентов полноты выполнения задания путём проверки уровней сформированности когнитивно-содержательного, компетентностного и контекстного компонентов естественнонаучной грамотности учащихся (рис. 2). Количество учащихся, которые могли задавать и изменять доминанты собственной жизнедеятельности в направлении «потребность → мировоззрение» (с когнитивной и этической установками), авторы выразили в долях от единицы (от общего количества учащихся в классе).

Источником формирования естественнонаучной грамотности в контрольной и экспериментальной группах являлся опыт личности, в ходе которого разрешаются противоречия между достигнутым уровнем её развития и уровнем, необходимым для осуществления учебно-познавательной деятельности. По этой причине за время проведения педагогического эксперимента произошло расширение области, характеризующей уровни сформированности естественнонаучной грамотности

в каждой группе. Но применение модельного подхода при изучении природных явлений привело к значительному повышению уровня сформированности всех компонентов естественнонаучной грамотности учащихся.

Таким образом, значения конкретных параметров диагностики сформированности естественнонаучной грамотности учащихся позволили сделать следующие выводы.

1. Модельный подход к изучению объектов и явлений окружающего мира является продуктивным способом управления процессами формирования естественнонаучной грамотности учащихся. Этот факт обусловлен тем, что при его регулярном использовании создаются предпосылки для усвоения и применения предметных и методологических знаний на более высоком уровне обобщения, который обеспечивает их мировоззренческую функцию.

2. Выявлена взаимосвязь компонентов естественнонаучной грамотности учащихся: модельный подход к изучению объектов и явлений окружающего мира, который применялся для эффективного формирования компетентностного компонента, привёл к значительному повышению уровня когнитивно-содержательного, контекстного и мотивационно-ценностного компонентов естественнонаучной грамотности учащихся экспериментальных групп. □

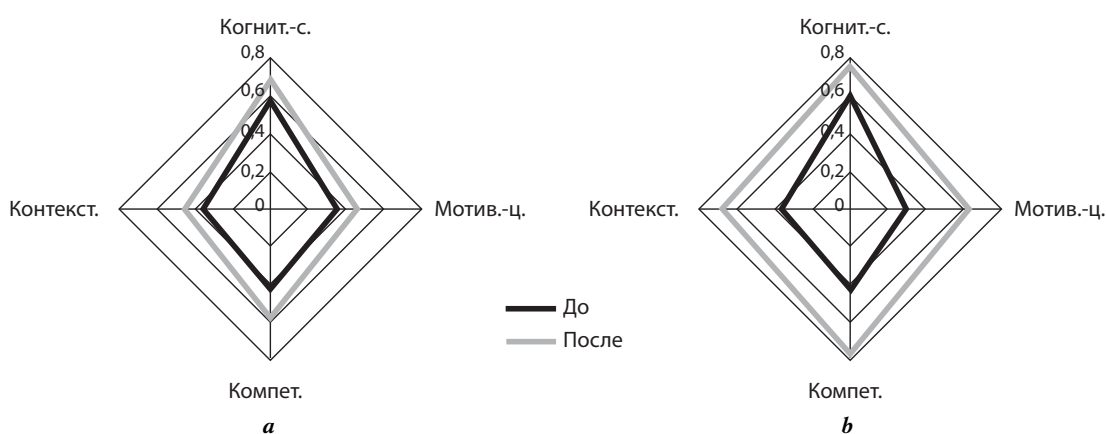


Рис. 2. Структура естественнонаучной грамотности учащихся контрольных (а) и экспериментальных групп (б) до и после проведения педагогического эксперимента

Литература

1. Демидова М.Ю., Камзеева Е.Е., Никифоров Г.Г. Конструирование компетентностно ориентированных заданий // Физика. — 2009. — № 23. — С. 33–40.
2. Шимко Е.А. Физика: приборы и измерения. — Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2009. — 93 с.
3. Смирнов Н.В., Смирнова И.Б. Дидактический материал по физике для средней школы. — СПб.: Школьная лига; Лема, 2012. — 396 с.
4. Шимко Е.А. Особенности формирования естественнонаучной грамотности учащихся при изучении основ энергосберегающих технологий // European social science journal. — 2011. — № 2. — С. 175–181.
5. Ковалёва Г.С. Что же показывают результаты исследования PISA? // Вопросы образования. — 2008. — № 1. — С. 190–216.
6. Демидова М.Ю. Система измерительных материалов для оценки метапредметных результатов обучения (основное и среднее общее образование). — М.: Перо, 2013. — 179 с.
7. Демидова М.Ю. Методическая система оценки учебных достижений учащихся по физике в условиях введения ФГОС (общее образование): дис. ... д-ра пед. наук. — М., 2014. — 438 с.
8. Ясвин В.А., Дерябо С.Д. Методики диагностики и коррекции отношения к природе. Серия «Экологическая психология и педагогика». — М.: Просвещение, 1996. — 141 с.
9. Крутский А.Н. Психодидактика и перспективы её дальнейшего развития // Школьные технологии. — 2001. — № 2. — С. 73–77.
10. Шимко Е.А., Крутский А.Н. Модельный подход к обучению и усвоению знаний по физике. — Барнаул: АлтГПА, 2012. — 77 с.
3. Smirnov N.V., Smirnova I.B. Didakticheskiy material po fizike dlya srednej shkoly. — SPb.: SHkol'naya liga; Lema, 2012. — 396 s.
4. Shimko E.A. Osobennosti formirovaniya estestvennonauchnoy gramotnosti uchashchihsya pri izuchenii osnov energosberegayushchih tekhnologij // European social science journal. — 2011. — № 2. — S. 175–181.
5. Kovalyova G.S. Chto zhe pokazyvayut rezul'taty issledovaniya PISA? // Voprosy obrazovaniya. — 2008. — № 1. — S. 190–216.
6. Demidova M.Yu. Sistema izmeritel'nyh materialov dlya ocenki metapredmetnyh rezul'tatov obucheniya (osnovnoe i srednee obshchee obrazovanie). — M.: Pero, 2013. — 179 s.
7. Demidova M.Yu. Metodicheskaya sistema ocenki uchebnyh dostizhenij uchashchihsya po fizike v usloviyah vvedeniya FGOS (obshchee obrazovanie): dis. ... d-ra ped. nauk. — M., 2014. — 438 s.
8. Yasvin V.A., Deryabo S.D. Metodiki diagnostiki i korrekcii otnosheniya k prirode. Seriya «Ekologicheskaya psihologiya i pedagogika». — M.: Prosveshchenie, 1996. — 141 s.
9. Krutskij A.N. Psihodidaktika i perspektivy eyo dal'nejshego razvitiya // SHkol'nye tekhnologii. — 2001. — № 2. — S. 73–77.
10. Shimko E.A., Krutskij A.N. Model'nyj podhod k obucheniyu i usvoeniyu znaniy po fizike. — Barnaul: AltGPA, 2012. — 77 s.

Literatura

1. Demidova M.Yu., Kamzееva E.E., Nikiforov G.G. Konstruirovaniye kompetentnostno orientirovannykh zadaniy // Fizika. — 2009. — № 23. — S. 33–40.
2. Shimko E.A. Fizika: pribory i izmereniya. — Barnaul: Izd-vo AltGU, 2009. — 93 s.