

Ньорба Елена Анатольевна | lena27niorba@gmail.com

Методист кафедры естественно-математических дисциплин
Калининградский областной институт развития образования
Калининград, Россия

Совершенствование методики преподавания физики на основе анализа мониторинговых процедур

Аннотация. В статье анализируются проблемы естественно-научной грамотности российских школьников, выявленные на основе комплексной объективной системы оценки образовательных достижений школьников, которая включает в себя Организацию экономического сотрудничества и развития (далее — OECD), Международную организацию по оценке образовательных достижений учащихся (далее — IEA), Всероссийские проверочные работы (далее — ВПР), Единый государственный экзамен (далее — ЕГЭ) и Основной государственный экзамен (далее — ОГЭ). Опираясь на результаты этих исследований, автор рассматривает направления совершенствования методики преподавания физики и приводит примеры заданий, позволяющих развивать у учащихся естественно-научную грамотность на уроках физики.

Ключевые слова: естественно-научная грамотность, функциональная грамотность, оценка образовательных достижений школьников, преподавание физики.

В современном мире, в условиях постоянно увеличивающегося объема информации и непрерывно обновляющегося рынка труда, мы не можем уверенно сказать, какие профессии будут востребованы в ближайшем будущем и какие профессии должны быть освоены нашими сегодняшними учениками. Следовательно, чтобы обеспечить их конкурентоспособность на мировом рынке труда, мы должны ориентировать процесс обучения на актуальные современные результаты, воспитать независимо мыслящих людей, способных творить будущее, способных перестраивать свою профессиональную компетентность в зависимости от современных реалий. Для этого каждый учитель в своей профессиональной деятельности должен ориентироваться на достижение результатов, сформулированных в федеральном государственном образовательном стандарте — предметным, метапредметным и личностным.

Эти требования соответствуют международным подходам к оценке качества образования; это те требования, которые

современные работодатели предъявляют специалисту при приеме на работу.

В Российской Федерации выстроена комплексная объективная система оценки образовательных достижений школьников, которая включает в себя OECD, IEA, ВПР, ЕГЭ и ОГЭ, и учитель, совершенствуя методику преподавания, может опираться на результаты этих исследований.

Получение знаний — это процесс, в первую очередь, направленный на формирование у учащихся многофункциональной грамотности, и физика как предмет естественно-научного цикла является важным звеном в достижении результата.

По словам А. А. Леонтьева, «Функционально грамотный человек — это человек, который способен использовать все постоянно приобретаемые в течение жизни знания, умения и навыки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений» [Цит. по: 3]. Кроме OECD, оценкой качества образования занимается и IEA в своих исследованиях «Международное исследование качества математического и естественнонаучного образования» — TIMSS (1995-2019 гг.), «Международное исследование качества чтения и понимания текста» — PIRLS (1991, 2001, 2006, 2011, 2016 гг.) и «Международное исследование компьютерной и информационной грамотности» — ICILS (2013, 2018 гг.). IEA нацелено на оценку предметных результатов, т. е. большинство заданий

выстроено на учебной ситуации. Математику и естествознание проверяет TIMSS у учащихся 4 и 8 классов.

Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся (PISA) — исследование, позволяющее проанализировать, как учащиеся применяют полученные навыки и знания в жизни при решении практических задач, т. е. их функциональную грамотность. В исследовании принимают участие школьники 15 лет, у которых в основном проверяется три вида такой грамотности — читательская, математическая, естественно-научная [6]. В основе контрольно-измерительных материалов лежит функциональная грамотность. Контекст, построенный на жизненной ситуации, — главное отличие заданий этого исследования.

Контекст может быть связан и со здоровьем человека, и с экологическими проблемами, может быть описанием живой и неживой природы, описанием технических устройств и новых технологий и т. п., но главное, что все эти ситуации являются не учебными, а практико-ориентированными. А как показывают результаты исследований, именно это и является «камнем преткновения» для наших школьников.

Согласно данным Министерства Просвещения Российской Федерации, средняя результативность учащихся 15-летнего возраста по естественно-научной грамотности, продемонстрированная в PISA в 2018 году, составила 478 баллов (в 2015

году Россия была на 32 месте, набрав 487 баллов), средний балл по странам OECD – 489 балла. Однако снижение показателя на девять баллов практически не

отразилось по сравнению с 2015 годом на позиции, занимаемой Российской Федерацией в списке стран-участников исследования (рисунки 1).

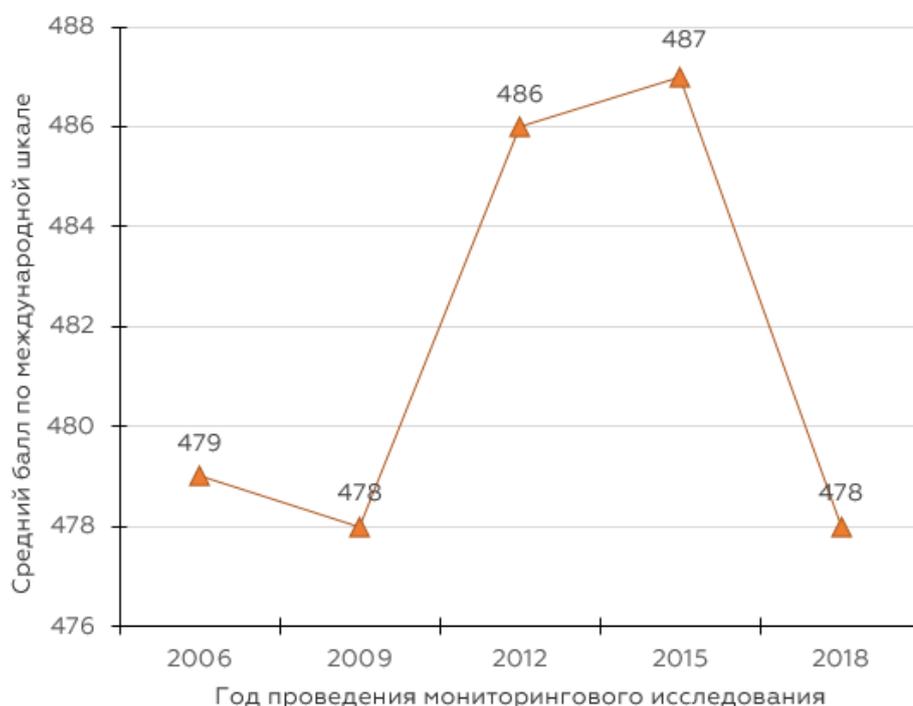


Рисунок 1 — Средняя результативность естественно-научной грамотности учащихся РФ (PISA)

При решении заданий, оценивающих естественно-научную грамотность, 79 % учащихся 15-летнего возраста российских образовательных организаций достигли и превысили пороговый уровень естественно-научной грамотности (2-й уровень). Выполнение заданий этого уровня предполагает, что учащиеся продемонстрируют естественно-научные компетенции, которые позволят им активно участвовать во всевозможных ситуациях из жизни, требующих знания физики, химии, биологии.

По сравнению с 2015 годом с 18 % до 21 % возросло количество учащихся, которые не смогли продемонстрировать минимальный уровень естественно-научной грамотности. Процент российских школьников, продемонстрировавших самый высокий уровень естественно-научной грамотности (5-6 ступень) в 2018 году, составил 3,1; в 2015 — 3,7.

Не так хорошо 15-летние учащиеся выполняют задания, которые оценивают их понимание методов

естественно-научного исследования (41,4 %). При этом с почти таким же результатом (42 %) они выполняют задания, требующие дать научные объяснения явлениям, хотя в предыдущих исследованиях подобные задания выполнялись намного лучше (рисунки 2, 3).

По итогам PISA-2018 видно, что положительной динамики в формировании естественно-научной грамотности в российских образовательных организациях пока нет. Это может означать, что при изучении физики российские школьники практически не решают задачи, взятые

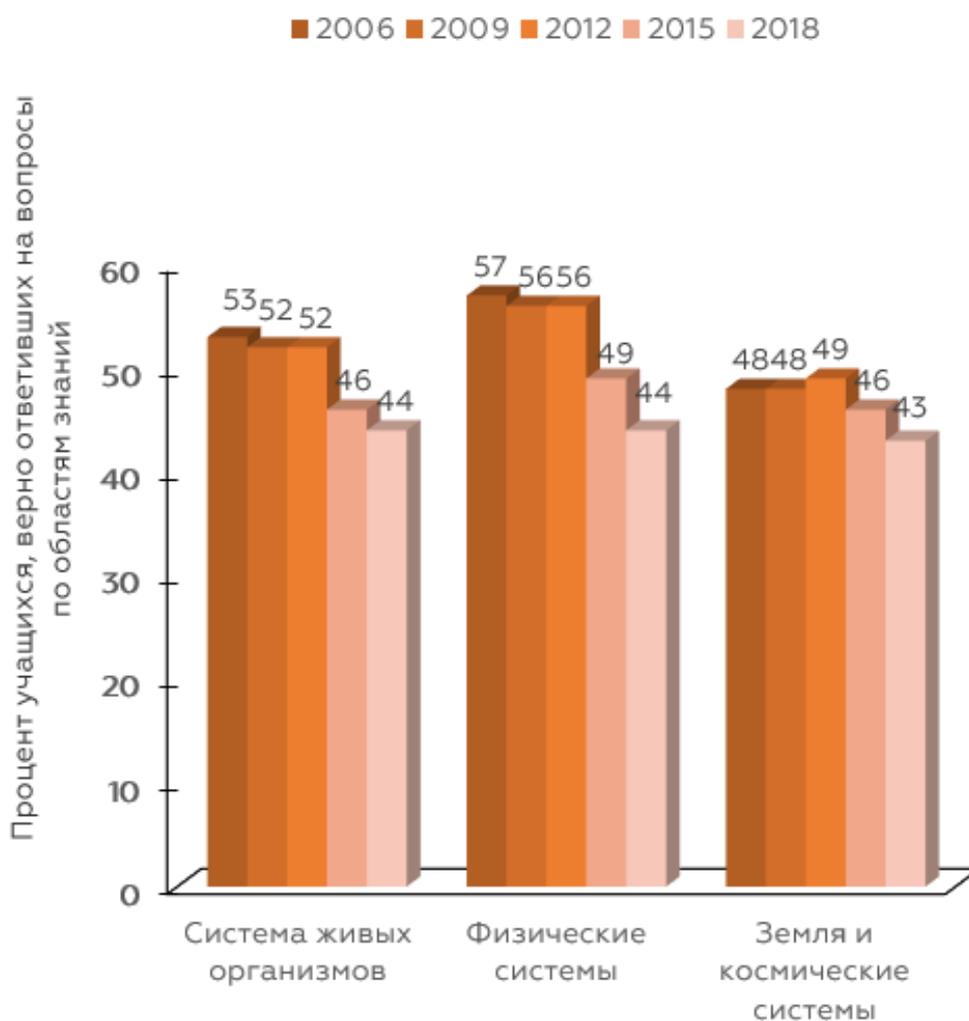


Рисунок 2 — Результативность выполнения заданий естественно-научной грамотности по областям знаний (PISA)

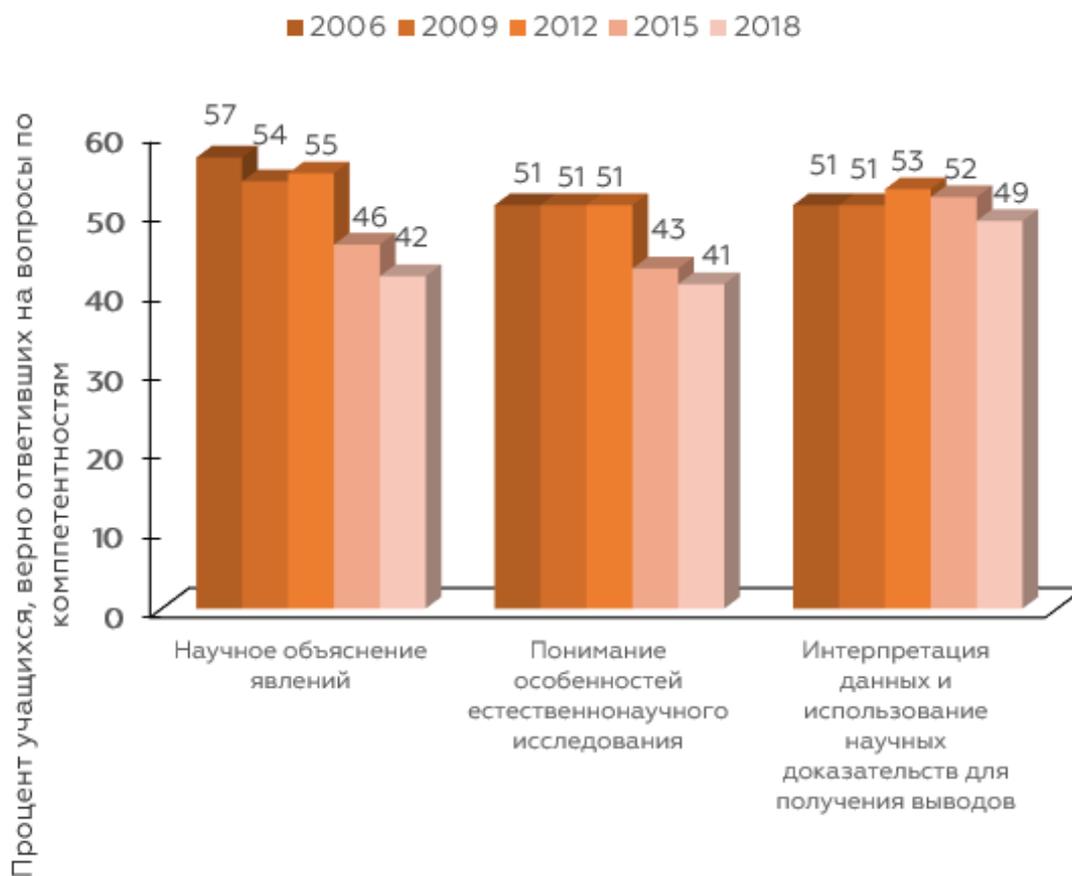


Рисунок 3 – Результативность выполнения заданий естественно-научной грамотности по компетентностям (PISA)

из жизненного контекста. Для улучшения ситуации учителю физики необходимо применять методики, стимулирующие познавательную активность учащихся, например, метод ключевых ситуаций, технологию развития критического мышления и т. п.

Результаты, которые демонстрируют наши учащиеся в исследованиях TIMSS, существенно выше, чем результаты в исследованиях PISA. Согласно результатам TIMSS 2015 года (результаты 2019 года будут опубликованы в декабре 2020 года), восьмиклассники Российской

Федерации по естественно-научной грамотности занимают 7 место (544 балла) (рисунок 4). В исследовании TIMSS было выделено четыре уровня естественно-научной подготовки: высший уровень

овладения знаниями, умениями, навыками по естественно-научным предметам показали 14 % российских восьмиклассников, а высокий уровень – 35 % школьников [4].



Рисунок 4 – Уровень естественно-научной подготовки учащихся России (TIMSS)

32 % российских восьмиклассников достигли среднего уровня естественно-научной подготовки (применение в простых ситуациях базовых естественно-научных знаний). Низкий уровень (наличие только некоторых знаний по физике) отмечен у 15 % учащихся 8 классов. Не смогли продемонстрировать элементарные знания 4 % восьмиклассников

(низкий уровень подготовки по естественно-научным дисциплинам). Самая высокая результативность – 558 баллов – отражает умения учащихся выполнять задания на воспроизведение фактических знаний и их применение в стандартных учебных ситуациях. Эта результативность значительно превышает средний результат выполнения всех заданий (рисунок 5).

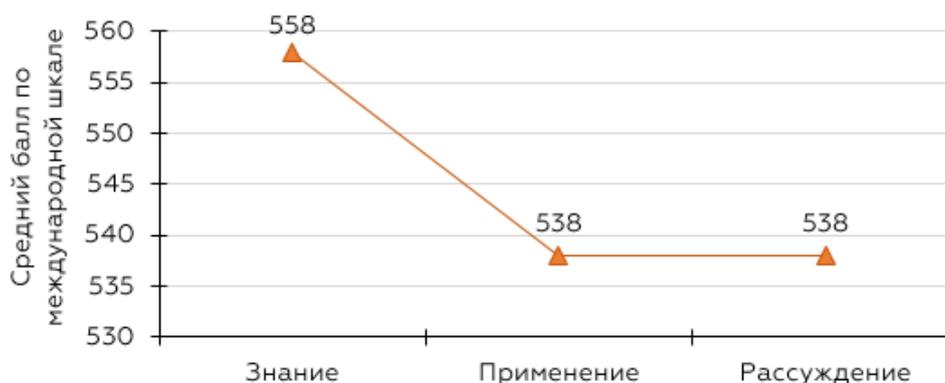


Рисунок 5 – Результативность выполнения заданий естественно-научной грамотности учащимися 8-х классов по компетентностям (TIMSS)

Согласно результатам исследования TIMSS, более успешными оказались учащиеся 8 классов в тех странах, где их активно вовлекают в учебный процесс, т. е. учитель эффективно взаимодействует с учениками, что подразумевает доступность объяснения материала урока, оказание учителем индивидуальной помощи ученикам, поддержание интереса у учащихся к своему предмету и др. Это говорит о том, что учителям на уроке необходимо создавать ситуацию, когда ребенок чувствует себя

полноправным участником учебного процесса.

К 11 классу картина не меняется. Максимальные результаты учащиеся российских школ показывают, выполняя задания, требующие воспроизведения знаний (517 баллов, 58 % выполнения), а самые низкие – при выполнении заданий на рассуждения и решение задач, требующих более высокого уровня самостоятельности мышления (493 балла, 29 % выполнения) (рисунок 6) [5].



Рисунок 6 — Результативность выполнения заданий естественно-научной грамотности учащимися 11-х классов по компетентностям (TIMSS)

В рамках международного исследования TIMSS Advanced 2015 года в исследовании принимали участие выпускники профильных классов, где физику в 10-11-х классах учащиеся изучали на профильном или углубленном уровнях (4 урока физики в неделю и более). Результаты по физике российских одиннадцатиклассников составили 508 баллов по международной шкале и не имеют значимых различий со средним значением шкалы TIMSS [Там же].

Эти результаты коррелируют с результатами ЕГЭ по физике 2015 года. В 100-балльной шкале средний тестовый балл ЕГЭ — 51,2 балла; в 1000-балльной шкале TIMSS 508 — среднее значение по тесту, что составляет 51,2 % и 50,8 % соответственно.

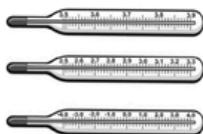
Кроме международных систем оценки качества образования в России проводится ВПР по физике в 7 классе (2019 г.)

и 11 классе (2016-2020 гг.). Данный элемент контроля за усвоением базовых знаний позволяет также осуществить диагностику достижения метапредметных результатов и овладение межпредметными понятиями. Важно оценить продуктивность использования универсальных учебных действий при изучении предметной составляющей учебной дисциплины и применения усвоенных знаний на практике, в жизни, в социуме [1].

КИМ состоит уже в основном из практико-ориентированных заданий.

Задание 1

Температура тела здорового человека равна $+36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ – такую температуру называют нормальной. На рисунке изображены три термометра. Чему равна цена деления того термометра, который подойдет для измерения температуры тела с необходимой точностью?



Задание 2

Петя посмотрел на этикетку, наклеенную на бутылку с подсолнечным маслом, и ему стало интересно, каково значение плотности этого масла. Найдите плотность масла, пользуясь данными с этикетки.



Задание 3

В лаборатории завода в запаянной стеклянной ампуле хранился цезий. Перед отправкой цезия в научную

исследовательскую лабораторию завода лаборанту было поручено, не вскрывая ампулу, измерить массу цезия. Лаборант определил массу ампулы с цезием (измерение дало результат $m=2,15\text{ г}$) и внешний объем ампулы $V=30\text{ см}^3$. Используя справочные данные, лаборант правильно вычислил массу цезия. Плотность цезия $\rho_{\text{ц}}=1,873\text{ г/см}^3$, плотность стекла $\rho_{\text{с}}=2,5\text{ г/см}^3$

- 1) Чему равна масса ампулы с цезием, если ее выразить в граммах?
- 2) Определите массу цезия в ампуле, если цезий заполнял внутреннее пространство ампулы практически полностью.
- 3) Во сколько раз масса цезия больше массы пустой ампулы?

Задания 1 и 2 относятся к базовому уровню сложности и успешно выполняются большинством учащихся. Задача 3 высокого уровня, требующая построения физической модели, анализа исходных данных и результатов, поэтому и справляется с ней 25-30 % семиклассников. Задание 1 проверяет методологические умения, которые являются важной составляющей функциональной грамотности.

ВПр по физике для 11 класса содержит уже три задания, проверяющие методологические умения, подразумевающие не только умение снимать показания с измерительных приборов, но и выделять цель проведения опыта по его описанию, делать вывод на основании данных опыта, по заданной гипотезе самостоятельно планировать несложное исследование и описывать его проведение.

Эти задания проверяют умения школьника работать с текстовой информацией физического содержания, умение применять полученные знания для описания устройства и объяснения принципов действия различных технических объектов [2, с. 138].

Примеры:

1. Из какой кружки: бронзовой или керамической – легче пить горячий напиток, не обжигая губы? Объясните, почему.
2. Когда на открытой баскетбольной площадке стало жарко, баскетболисты перешли в спортивный зал, где температура в помещении была в 1,5 раза ниже температуры на улице. Придется ли им подкачивать мяч или, наоборот, выпустить из мяча часть воздуха? Ответ поясните.

Какие же умения характеризуют естественно-научную грамотность? Во-первых, это умение описывать или объяснять и прогнозировать естественно-научные явления, основываясь на научных знаниях; во-вторых, применять методы естественно-научного исследования и интерпретировать данные; в-третьих, основывать вывод на научных доказательствах.

Типичные условия для демонстрации естественно-научной грамотности – когда ситуация, описываемая в задании, представляет собой материал, незнакомый учащимся, на котором им предлагается продемонстрировать свои знания и умения.

По этой же модели учитель физики в своей работе может разрабатывать новые задания, опирающиеся, большей частью, на содержание его предмета либо межпредметные.

По результатам исследований Федерального института педагогических измерений, среди учащихся 9-х классов:

- формулирование целей эксперимента составляет 55-64 % выполнения из года в год;
- анализ результатов проведенного эксперимента и формулирование выводов – соответственно, 35-36 % в 2014/2015 учебном году и 55 % в 2018/2019 учебном году);
- планирование собственного эксперимента под заданные цели – 18 %.

В ЕГЭ по физике в 2019-2020 гг. тоже были задания (средний процент их выполнения 30 %), проверяющие первичные навыки планирования и проведения эксперимента, например, умение подбирать оборудование для него. Цель опыта или исследования была сформулирована в тексте задания. Модели заданий были следующими:

- характеристики экспериментальной установки представлены в таблице, из которой необходимо выбрать две строки;
- перечень экспериментальных установок представлен в виде нарисованных схем, среди которых необходимо отобрать нужные [1].

Подобные задания способствуют развитию методологических качеств учащихся,

поэтому учителю важно уделять на уроке больше времени решению практических задач, не пренебрегать демонстрационным экспериментом и лабораторными работами, выполняемыми на реальном оборудовании. Применение виртуального эксперимента оправдано только при изучении квантовой и атомной физики, некоторых разделов молекулярной физики, когда нет возможности продемонстрировать сложный физический эксперимент в условиях учебной лаборатории.

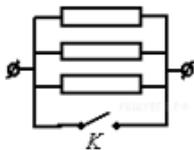
Формирование функциональной грамотности необходимо начинать с формирования грамотности читательской.

Работа с неочевидной информацией (вскрытие подтекста) встречается во всех разделах физики, например, «нормальные условия» означают температуру $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давление 105 Па , «гладкая поверхность» — отсутствие силы трения, «насыщенный пар при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ » имеет давление 105 Па , «идеальный амперметр» имеет нулевое сопротивление и т. д.

Часто встречаются задачи с избыточной информацией, которая не используется при решении.

Пример:

На участке цепи, см. рисунок, сопротивление каждого из резисторов равно $R=1\text{ Ом}$. Чему равно полное сопротивление участка при замкнутом ключе K ? [4]



Важно научить школьников выявить смысловое ядро в тексте и оценить информацию; именно это является проблемой для учащихся. Они лучше всего умеют находить и интегрировать информацию, но не могут ее осмыслить, т. е. их читательские действия развиты слабо.

Эта проблема легко выявляется в самом начале изучения курса физики, когда в 7 классе на лабораторной работе требуется определить плотность вещества, из которого изготовлен металлический цилиндр, и указать металл. Получив результат в интервале $2400\text{--}2600\text{ кг/м}^3$ и держа в руках цилиндр из белого металла, ученики делают вывод, что это мрамор (оконное стекло, фарфор), а не алюминий. Прозрачная бесцветная жидкость для подавляющего большинства семиклассников — это вода, хотя они в жизни встречаются с уксусом, спиртом, ацетоном и т. п. И многие школьники до самого выпуска, встречая в условии задачи слово «воздух», уверены, что речь идет о кислороде. Применение технологии развития критического мышления помогает развивать когнитивные и креативные качества учеников.

Задание № 22 ЕГЭ по физике (методы научного познания), проверяющее умение измерять физические величины, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей, вызвало затруднение у всех групп выпускников (22,43 % выполнения).

Пример:

Для определения толщины листа ученик измерил линейкой высоту стопки из 50 листов, которая составила $1,0\text{ см}$. Чему

равна толщина листа бумаги по результатам этих измерений, если погрешность линейки равна ± 1 мм? Ответ: (\pm) мм.

Разделив высоту стопки на количество листов и получив результат 0,2 мм, выпускники записывают результат с заданной в условии погрешностью линейки, нисколько не смущаясь, что $1\text{мм} > 0,2\text{ мм}$ и при вычитании толщина листа будет отрицательной.

В заданиях подобного типа возникают ошибки и из-за невнимательного чтения условия. Погрешность измерений в заданиях ГИА и мониторинговых исследований зачастую равна цене деления прибора, а не половине цены деления, как положено вычислять в лабораторной работе. При обучении педагогам следует обращать внимание и на верную запись результатов измерений с учетом всех значащих цифр, и на развитие читательской грамотности учащихся.

На ЕГЭ 2020 года именно из-за отсутствия смыслового чтения и критического мышления многие выпускники не справились с задачей по термодинамике.

С целью развития читательской грамотности учащихся учителю целесообразно совершенствовать методику преподавания, вовлекать ребят в образовательный процесс, активизируя их работу на уроке, а также выбирать для решения практико-ориентированные задания, коррелирующие с контрольно-измерительными материалами ГИА и мониторинговых процедур.

Список литературы

1. Демидова, М. Ю. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 года по физике [Электронный ресурс] / М. Ю. Демидова // Педагогические измерения. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-rekomendatsii-dlya-uchiteley-podgotovlennye-na-osnove-analiza-tipichnyh-oshibok-uchastnikov-ege-2019-goda-po-fizike> (дата обращения: 15.07.2020).
2. Изменение технологий и содержания обучения в соответствии с ФГОС: Сборник методических рекомендаций / Сост. В. П. Вейдт. — Калининград: Издательство Калининградского областного института развития образования. — 2017. — 272 с.
3. Леонтьев, А. А. Что такое деятельностный подход в образовании? [Электронный ресурс] / А. А. Леонтьев // Начальная школа плюс До и После. — URL: <http://school2100.com/upload/iblock/ddb/ddbd4b0d94c5c90731c84a2ebc7865c1.pdf> (дата обращения: 20.08.2020).
4. Результаты международного исследования TIMSS 2015 8 класс [Электронный ресурс]. — URL: http://rco.ko.khb.ru/files/uploads/oko/resources/PR_TIMSS2015_GR8.pdf (дата обращения: 21.07.2020).
5. Результаты международного исследования TIMSS Advanced 2015 [Электронный ресурс]. — URL: http://www.centeroko.ru/timss15/timss15_pub.html (дата обращения: 21.07.2020).

6. PISA-2018. Краткий отчет по результатам исследования ФГБУ «ФИОКО» [Электронный ресурс]. – URL: <https://fioco.ru/Contents/Item/Display/2204808> (дата обращения: 20.07.2020).

Elena A. Niorba

Kaliningrad Regional Institute
of the Educational Development
Kaliningrad, Russia

**Improvement of the methods
of teaching Physics on the basis
of the analysis of monitoring
procedures**

Abstract. *The article analyzes the problems of natural science literacy of Russian*

schoolchildren, identified by the integrated objective system for assessing the educational achievements of schoolchildren built in the Russian Federation, which includes Organization of Economic Collaboration and Development (OECD), International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), All-Russian verification works (RVW), Unified State Exam (USE) and Main State Exam (MSE). Based on the results of these studies, the author examines the directions for improving the methods of teaching Physics and gives the examples of tasks that allow students to develop Natural Science literacy in Physics lessons.

Keywords: *natural science literacy, functional literacy, assessment of the educational achievements of schoolchildren, teaching Physics.*