

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ
О РЕЗУЛЬТАТАХ ЕГЭ
ПО ФИЗИКЕ**

Отчет подготовили:

И.Ю.Лебедева, председатель региональной предметной комиссии по физике

В.Ю.Захаров, заместитель председателя региональной предметной комиссии по физике

С.С.Бокатова, заместитель председателя региональной предметной комиссии по физике

1. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ЕГЭ ПО ПРЕДМЕТУ В 2014 ГОДУ

1.1. Подготовка членов предметной комиссии к проведению ЕГЭ

1.1.1. Направления работы по подготовке членов предметной комиссии

Процесс подготовки членов предметной комиссии по физике в 2013-2014 учебном году претерпел существенные изменения по сравнению с предыдущими годами.

Это проявилось, в частности, в том, что весной 2014 года было запланировано и успешно реализовано переобучение подавляющего большинства членов предметной комиссии, которые в 2009 году прошли обучение по программе «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта единого государственного экзамена» и получили статус эксперта сроком на пять лет, то есть до 2014 года.

Дополнительная профессиональная программа «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта единого государственного экзамена» объемом 80 аудиторных часов была переработана еще в 2013 году с учетом накопленного практического опыта и тогда же апробирована на пилотной группе экспертов численностью 25 человек. В 2014 году эта программа подверглась дальнейшей корректировке в связи с обновлением федеральной и региональной нормативной базы, регламентирующей работу предметных комиссий по проверке экзаменационных работ государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования.

В связи с массовым переобучением экспертов была проведена разносторонняя аналитическая работа (см. п. 1.1.2) по изучению индивидуальных достижений членов региональной предметной комиссии. Итоги этой работы использовались при отборе слушателей на переобучение. Отбор был достаточно строгим. Так, в 2013 году предметная комиссия по физике насчитывала 191 человек, из них 147 человек рассматривались в качестве кандидатов на переобучение, но получили приглашение на обучение только 121 эксперт. В ходе переобучения 17 человек не прошли итоговую аттестацию, а 104 эксперта были допущены к практике на экзамене, успешно участвовали в проверке экзаменационных работ и получили право ведения экспертной деятельности на экзамене в течение последующих пяти лет.

Традиционные весенние консультации в объеме 12 часов в 2014 году тоже имели свои особенности. Сорок экспертов, которые либо прошли переобучение в 2013 году, либо готовятся к переобучению в

2015 году, выразили желание принять участие в проверке экзаменационных работ, успешно участвовали в консультациях, сдали итоговый зачет и были допущены к работе на экзамене. Программа проведения консультаций тоже подверглась существенной переработке в связи с обновлением федеральной и региональной нормативной базы.

Таким образом, в 2014 году предметная комиссия по физике включала в себя 144 эксперта, то есть ее состав был сокращен на 25 %. Право работы на экзамене получили только мотивированные к работе специалисты, подтвердившие свой квалификационный уровень. Поэтому явка на проверку работ основного экзамена составила 99,3 %: участвовали в проверке 143 человека, один эксперт не смог участвовать в проверке работ основного экзамена по уважительной причине, но проверял работы на дополнительном экзамене в июне.

Существенной особенностью мероприятий по повышению квалификации членов региональной предметной комиссии по физике в 2014 году явились организованные Рособрнадзором совместно с ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений» (ФИПИ) в январе и феврале 2014 года установочные общероссийские семинары для руководителей региональных предметных комиссий по физике по согласованию подходов к оцениванию экзаменационных работ. Секционные занятия в рамках данных семинаров по поручению ФИПИ готовились представителями предметной комиссии Санкт-Петербурга И.Ю.Лебедевой, проректором СПб АППО по учебной работе, председателем предметной комиссии Санкт-Петербурга и Федеральной предметной подкомиссии, и В.Е.Фрадкиным, заместителем директора РЦОКО и ИТ по научной работе, курирующим в Санкт-Петербурге работу Федеральных предметных подкомиссий. Опыт Санкт-Петербурга по организации системы подготовки членов региональных предметных комиссий был представлен на пленарной части семинара и получил высокую оценку коллег из других регионов РФ. Материалы, подготовленные для проведения семинара, и результаты их обсуждения были оформлены И.Ю.Лебедевой и В.Е.Фрадкиным совместно с М.Ю.Демидовой, руководителем Федеральной предметной комиссии, в виде трех томов методических рекомендаций по подготовке членов региональных предметных комиссий. Они опубликованы на сайте ФИПИ. Отдельно разработана памятка для эксперта ЕГЭ по физике. Эти методические материалы широко использовались как при организации переобучения экспертов, так и в ходе ежегодных весенних консультаций.

В 2014 году успешно продолжила свою работу Федеральная предметная подкомиссия, сформированная в 2012 году на базе региональной предметной комиссии Санкт-Петербурга. Эксперты, входящие в ее состав, рассматривались как старшие эксперты, имеющие право третьей

проверки и право экспертной работы в конфликтной комиссии. Как и в 2013 году Федеральная предметная подкомиссия состояла из 26 экспертов, но ее состав был обновлен на основании изучения показателей работы экспертов в прошлые годы и по результатам итоговой аттестации и итогового зачета в ходе переобучения или ежегодных консультаций.

1.1.2. Аналитическая деятельность по изучению опыта работы предметной комиссии и результатов ЕГЭ предыдущих лет

Руководители региональной предметной комиссии ежегодно составляют подробный отчет, затрагивающий все аспекты ее работы. В рамках отчета и в дополнение к нему формируются методические рекомендации для учителей и методических служб по подготовке к экзамену следующего года. Все аналитические и методические материалы по итогам экзамена в электронном виде ежегодно предоставляются районным методистам ИМЦ по физике, профессиональному сообществу высшей школы и членам региональной предметной комиссии. Эти же материалы обсуждаются на всех курсах повышения квалификации учителей физики в СПб АППО и в РЦОКО и ИТ, тематически созвучных с ЕГЭ. При этом каждый слушатель традиционно получает в электронном виде пакет документов, включающий в себя, в том числе, отчеты о работе предметной комиссии Санкт-Петербурга, аналитические отчеты и методические рекомендации ФИПИ, сравнительный анализ контрольных измерительных материалов за последние пять лет. Все эти материалы доступны любому заинтересованному учителю.

Результаты ЕГЭ ежегодно обсуждаются на специальном заседании городского методического объединения (ГМО) учителей физики, на специальных семинарах для руководителей районных методических служб и образовательных учреждений, на межвузовских конференциях.

С 2011 года сотрудники РЦОКО и ИТ предоставляют для анализа пакет аналитических материалов, позволяющих оценивать индивидуальные достижения экспертов предметных комиссий. При этом спектр показателей индивидуальной работы экспертов ежегодно расширяется. Так, в 2011 году о работе эксперта можно было судить, в основном, по доле работ, отправленных по вине этого эксперта на третью проверку. В 2012 году дополнительно прослеживались тенденции завышения-занижения баллов как по типам заданий, так и индивидуально по экспертам. С 2013 года анализировалась абсолютная величина несогласий третьего эксперта с основным на разное количество баллов.

Третий год ведется статистика по допущенным экспертами техническим ошибкам. Данные материалы традиционно активно использовались для анализа результатов работы каждого эксперта, индивидуально-

го разбора ошибок в ходе процедур повышения квалификации членов предметной комиссии. Так, в 2014 году по каждому эксперту были подготовлены сравнительные материалы по всем годам работы региональной предметной комиссии.

Динамика результативности каждого эксперта рассматривалась при отборе кандидатов на переобучение с последующим включением в состав предметной комиссии на ближайшие пять лет.

1.1.3. Согласование подходов к оцениванию заданий и достижению единства требований

В рамках дополнительной профессиональной программы по подготовке экспертов «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта ЕГЭ по физике» две трети учебного времени отводится на практикумы по оцениванию заданий с развёрнутым ответом на основе предлагаемых обобщённых критериев. При этом обучающимся приходится существенно корректировать свои собственные сложившиеся профессиональные подходы к оцениванию работ учащихся. Каждый практикум заканчивается подробным обсуждением ситуаций оценивания, вызвавших разногласия у будущих экспертов. По окончании теоретической части курсов слушатель допускается к работе в предметной комиссии только после успешной сдачи итогового практикума-зачёта.

Согласование подходов к оцениванию заданий – основная цель ежегодно организуемых обязательных консультаций членов предметной комиссии. С 2011 года обучение в рамках консультаций проводится дифференцированно, с учетом индивидуальных результатов работы экспертов. Таким образом, в ходе традиционного весеннего обучения каждый эксперт имеет возможность ознакомиться с анализом результатов своей деятельности и получить индивидуальную консультацию на предмет возможной коррекции подходов к оцениванию. Для экспертов, имевших наибольшую долю несогласий по результатам третьей проверки, предлагается дополнительный практикум с итоговым зачетом.

В 2014 году важным толчком для анализа сложившихся подходов в рамках существующих критериев явились установочные семинары ФИПИ для руководителей региональных предметных комиссий (см. 1.1.1). В разработанной памятке эксперту рассмотрены практически все ситуации оценивания, традиционно вызывающие затруднения, и построен алгоритм действий эксперта в нетрадиционных, неординарных случаях. При этом подходы к разрешению нестандартных ситуаций оценивания, принятые в предметной комиссии Санкт-Петербурга, были согласованы с опытом работы других региональных предметных комиссий РФ.

В ходе работы предметной комиссии на каждом этапе дежурят как минимум два эксперта-консультанта из числа членов Федеральной предметной подкомиссии. Они оказывают помощь в разрешении спорных ситуаций рядовым экспертам. Позиции всех экспертов-консультантов согласуются перед началом проверки в ходе совместного анализа проверяемых заданий и выявления возможных неоднозначно трактуемых ситуаций.

Вследствие последовательного внедрения практики отслеживания персональных результатов экспертов, количество обращений рядовых экспертов к экспертам-консультантам при проверке экзаменационных работ достаточно велико, что само по себе является дополнительным ресурсом повышения квалификации членов предметной комиссии.

1.2. Подготовка методистов к проведению ЕГЭ

1.2.1. Курсовая подготовка

В 2013-2014 учебном году дополнительное обучение методистов по проблематике единого государственного экзамена не проводилось.

Все методисты ИМЦ в течение нескольких лет прошли обучение по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации «ЕГЭ по физике: технологии подготовки».

Тринадцать методистов ИМЦ и все специалисты по физике СПб АППО прошли подготовку или переподготовку по программе «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта ЕГЭ по физике» и являются членами региональной предметной комиссии.

1.2.2. Методическая работа

Методическая работа СПб АППО совместно с РЦОКО и ИТ по вопросам единого государственного экзамена по физике традиционно выстраивается по следующим направлениям:

- формирование среди методистов и учителей конструктивного и делового отношения к государственной итоговой аттестации в формате ЕГЭ;
- регулярное ознакомление методистов ИМЦ с изменениями в нормативной базе единого государственного экзамена и с тенденциями изменения контрольных измерительных материалов (КИМ);
- анализ опубликованных заданий банка контрольных измерительных материалов, их систематизация и обобщение;
- разработка методических рекомендаций по организации подготовки учащихся к ЕГЭ по физике;

- регулярное сотрудничество с районными методическими службами по координации усилий и согласованию направлений методической работы;
- организация индивидуального консультирования методистов по всем вопросам, связанным с единым государственным экзаменом;
- разработка контрольных измерительных материалов по предмету для учащихся 7-10 классов в рамках реализации региональной системы оценки качества образования, анализ полученных результатов и их представление педагогическому сообществу города;
- подготовка материалов для проведения пробных экзаменов на базе РЦОКО и ИТ, а также предоставление методическим службам тренировочных вариантов, предлагаемых ФИПИ.

Важную роль в согласовании работы всех методических служб играет городское методическое объединение учителей физики, в состав которого входят представители ИМЦ всех районов.

Районные методические службы:

- регулярно и своевременно снабжаются аналитическими материалами о результатах ЕГЭ по физике в Санкт-Петербурге и в целом по Российской Федерации;
- информируются о новых нормативных актах, результатах предварительных экзаменов;
- привлекаются к участию в повышении квалификации экспертов;
- участвуют в экспертизе контрольных измерительных материалов по предмету для учащихся 7-10 классов в рамках реализации региональной системы оценки качества образования.

Ежегодные городские конференции учителей физики, организуемые СПб АППО с привлечением методистов ИМЦ всех районов Санкт-Петербурга, неизменно включают в свои программы обсуждение проблем, связанных с единым государственным экзаменом.

1.3. Подготовка учителей к проведению ЕГЭ

1.3.1. Координация деятельности по повышению квалификации учителей

СПб АППО и РЦОКО и ИТ координируют свою деятельность в области повышения квалификации учителей физики по вопросам единого государственного экзамена с 2006 года. За это время на базе СПб АППО и РЦОКО и ИТ традиционно реализовывались совместные дополнительные профессиональные программы повышения квалификации по четырем направлениям:

- технологии подготовки учащихся к сдаче экзамена в формате ЕГЭ по физике;
- профессионально-педагогическая компетентность эксперта ЕГЭ по физике;
- технологии подготовки учащихся к новой системе государственной (итоговой) аттестации по физике в 9 классе;
- подготовка абитуриентов к сдаче единого государственного экзамена по физике.

1.3.2. Количество подготовленных учителей

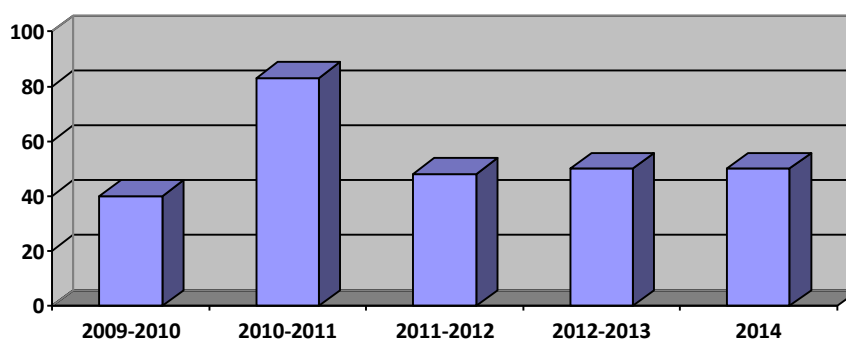
Учебный модуль «Государственная итоговая аттестация учащихся в форме ЕГЭ» объемом 18 часов является обязательным для всех учителей физики, повышающих свою квалификацию в СПб АППО по дополнительным профессиональным программам объемом 144 часа.

Учебные модули «Технологии подготовки учащихся к ЕГЭ» объемом 36 часов были предложены учителям, обучавшимся в рамках накопительной системы. С 2005 г. по 2010 г. данный модуль был выбран и прослушан учителями физики 10 районов Санкт-Петербурга.

С 2006 по 2014 год по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации «Технологии подготовки учащихся к ЕГЭ по физике» объемом 72 или 108 часов проведено обучение 351 слушателя.

В 2009/2010 учебном году в СПб АППО и РЦОКО и ИТ прошли обучение две пилотные группы учителей по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации «Государственная итоговая аттестация выпускников основной школы: технологии подготовки (физика)» объемом 72 часа. С 2011 по 2014 год по данной программе проведено обучение 231 слушателя. В 2014 году программа была существенно переработана и расширена до объема 108 аудиторных часов. Распределение числа обучающихся по учебным годам представлено на диаграмме 1.

Диаграмма 1. Распределение числа слушателей, прошедших обучение по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации «Государственная итоговая аттестация выпускников основной школы: технологии подготовки (физика)» по учебным годам.



В последние годы особое внимание уделяется обучению учителей именно по этой программе в силу следующих причин:

- контрольные измерительные материалы ЕГЭ и ГИА (9 класс) разрабатываются на основе единых содержательных и организационных подходов, многие задания ЕГЭ могут использоваться в процедуре ГИА в 9 классе и наоборот;

- существенный прорыв в результатах ЕГЭ может быть достигнут только при условии грамотной организации учебного процесса в основной школе, так как именно в этот период закладываются основные предметные компетентности школьника;

- с 2014 года экзамен за курс основной школы в Санкт-Петербурге проводится в формате ГИА.

1.4. Работа с образовательными учреждениями

Городское методическое объединение учителей физики всегда оказывает образовательным учреждениям города помощь в организации семинаров, посвященных вопросам подготовки учащихся к ЕГЭ, в проведении диагностических и тренировочных контрольных работ, пробных экзаменов.

Действующая в Санкт-Петербурге региональная система оценки качества образования предусматривает регулярное проведение контрольных работ для учащихся 7-10 классов с использованием программы «Знак». Контрольные измерительные материалы разрабатываются на основе тех же методологических подходов, что и КИМ ЕГЭ. Анализ результатов с методическими рекомендациями по устранению выявленных проблем доводится до сведения педагогического сообщества учителей физики.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ДАЛЕЕ КИМ) ЕГЭ. СРАВНЕНИЕ С КИМаМИ ПРЕДЫДУЩЕГО ГОДА

2.1. Особенности проведения ЕГЭ в текущем году

Контрольные измерительные материалы ЕГЭ по физике в 2014 году по структуре и наполнению полностью соответствовали контрольным измерительным материалам 2012 и 2013 годов: содержание экзаменационной работы, общее количество заданий, их распределение по частям работы, время выполнения работы, максимальный первичный балл и пороговый балл оставлены без изменений. Как и в прошлом году, пороговый балл был объявлен в начале учебного года.

Не претерпели существенных изменений по сравнению с 2013 годом и обобщенные критерии оценивания как качественных, так и расчетных задач. Внесенные изменения носили уточняющий характер.

2.2. Структура экзаменационной работы

Экзаменационная работа состоит из трёх частей, общее количество заданий равно 35.

Часть 1 содержит 21 задание (A1-A21) с выбором ответа. К каждому заданию дано 4 варианта ответа, из которых верен только один.

Задание с выбором ответа считается выполненным, если выбранный экзаменуемым ответ совпадает с верным ответом.

Каждое правильно выполненное задание части 1, как и в предыдущие годы, оценивается одним первичным баллом. Таким образом, максимальное количество первичных баллов, которое можно получить при выполнении этой части экзаменационной работы равно 21.

Все задания первой части считаются заданиями базового уровня сложности.

Часть 2 содержит 4 задания с кратким ответом, представляющим из себя набор цифр.

Задания B1 и B2 содержат описание физического процесса и вопрос о характере изменения характеризующих данный процесс физических величин. При выполнении этого задания необходимо выбрать один из трех возможных вариантов ответа, обозначенных соответствующими цифрами: значение физической величины может уменьшаться, увеличиваться, оставаться без изменения.

Задания В3 и В4 подразумевают установление соответствия позиций, представленных в двух множествах. Каждой позиции из левого столбца (элементы этого множества обозначены буквами) необходимо подобрать подходящую позицию из правого столбца (элементы этого множества обозначены цифрами). Набор получившихся цифр и является ответом.

Полностью правильно выполненные задания типа В оцениваются в 2 первичных балла. Если в ответе только одна из цифр написана неверно, задание оценивается в 1 первичный балл. Большее количество ошибок приводит к нулевому результату. Таким образом, за выполнение заданий второй части экзаменационной работы можно получить максимум 8 первичных баллов.

Задания В1 и В3 рассматриваются как задания базового уровня сложности. Задания В2 и В4 – как задания повышенного уровня сложности.

Часть 3 содержит 10 заданий, объединенных общим видом деятельности – решением физических задач. Из них четыре задания с выбором одного верного ответа (А22 – А25) и шесть заданий, для которых необходимо привести развернутый ответ (их обозначение в работе: С1; С2; ...; С6).

Задания А22 – А25 являются расчетными задачами повышенного уровня сложности. До 2012 года они входили в первую часть экзаменационной работы. Как и другие задания типа А, эти задания считаются выполненными, если выбранный экзаменуемым ответ совпадает с верным ответом. Каждое правильно выполненное задание этого типа оценивается одним первичным баллом.

Традиционно задание С1 представляет собой качественную задачу и рассматривается как задание повышенного уровня сложности.

Задания С2 – С6 являются расчетными задачами высокого уровня сложности. Как правило, для их решения необходимы знания из нескольких разделов школьного курса физики. Задания с развернутым ответом оцениваются двумя экспертами с учетом правильности и полноты ответа на основе обобщенных критериев оценивания.

Как и в предыдущие годы, максимальная оценка каждого задания типа С составляет 3 первичных балла.

Таким образом, возможный максимальный вклад третьей части работы в оценку соответствует 22 первичным баллам.

В части 1 для обеспечения более доступного восприятия информации задания А1–А19 группируются, исходя из тематической принадлежности заданий в следующей последовательности: механика, молекулярная физика, электродинамика, квантовая физика. Во 2 и 3 частях за-

дания группируются в зависимости от их структуры и в соответствии с тематической принадлежностью.

Распределение заданий по частям экзаменационной работы представлено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение заданий по частям экзаменационной работы

Часть работы	Количество и перечень заданий	Максимальный первичный балл	Процент максимального первичного балла за задания данной части от максимального первичного балла за всю работу	Тип заданий	Рекомендованное время на выполнение
1	21 (A1-A21)	21	41%	Задания с выбором ответа	На каждое задание типа А – от 2 до 5 минут
2	4 (B1-B4)	8	16%	Задания с кратким ответом	На каждое задание типа В – от 3 до 5 минут
3	10 (A22-A25; C1-C6)	22	43%	Задания с выбором ответа и задания с развернутым ответом	На каждое задание типа А – 5 минут, типа С – от 15 до 25 минут
<i>Итого</i>	35	51	100%		235 минут

2.3. Содержательные разделы экзаменационной работы.

Проверяемые виды деятельности и умения учащихся

Содержание экзаменационной работы по физике определяется Федеральным компонентом государственного стандарта основного общего образования и Федеральным компонентом государственного стандарта среднего (полного) общего образования для базового и профильного уровней.

В контрольных измерительных материалах представлено содержание всех основных разделов школьного курса физики, а именно:

1. **Механика** (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны).

2. **Молекулярная физика** (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика).

3. **Электродинамика и основы СТО** (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, основы СТО).

4. **Квантовая физика** (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра).

5. **Физика и методы научного познания.**

Общее количество экзаменационных заданий по каждому из разделов пропорционально его содержательному наполнению в примерной программе Федерального компонента стандарта и учебному времени, отводимому на изучение данного раздела в школьном курсе физики.

В табл. 2 дано распределение заданий по разделам (темам). Задания типа С (задания С2 - С6) проверяют комплексное использование знаний и умений из различных разделов курса физики.

Таблица 2

Распределение заданий по основным содержательным разделам

Содержательный раздел	Количество заданий	Максимальный первичный балл	Процент максимального первичного балла за задания данного раздела от максимального первичного балла за всю работу
Механика	9-12	12-18	23-35%
Молекулярная физика	7-9	10-14	20-27%
Электродинамика и основы СТО	10-13	15-21	29-41%
Квантовая физика	5-8	7-13	14-25%
<i>Итого</i>	35	51	100%

В экзаменационной работе проверяются умения и виды деятельности, предусмотренные «Требованиями к уровню подготовки выпускников» Федерального компонента государственного стандарта. Распределение заданий по группам проверяемых умений (группам требований к уровню подготовки выпускников) представлено в табл. 3.

Таблица 3

*Распределение заданий по проверяемым умениям
и способам деятельности учащихся*

Проверяемые умения и способы деятельности	Число заданий	Макси- мальный первич- ный балл	Процент максимального первичного балла за за- дания данного раздела от максимального первич- ного балла за всю работу
<i>Требования 1.1–1.3</i> Знать/понимать смысл физи- ческих понятий, величин, законов, принципов, посту- латов	12-17	14-19	27-37%
<i>Требования 2.1–2.4</i> Уметь описывать и объяс- нять физические явления и свойства тел, результаты экспериментов, ..., приво- дить примеры практического использования физических знаний	6-12	8-14	16-27%
<i>Требование 2.5</i> Отличать гипотезы от науч- ной теории, делать выводы на основе эксперимента и т.д.	2-4	2-6	4-12%
<i>Требование 2.6</i> Уметь применять получен- ные знания при решении фи- зических задач	10	22	43%
<i>Требования 3.1–3.2</i> Использовать приобретен- ные знания и умения в прак- тической деятельности и по- вседневной жизни	1	1-3	2-6%
<i>Итого</i>	35	51	100%

2.4. Распределение заданий по уровню сложности

В экзаменационной работе 2014 года представлены задания разного уровня сложности: базового, повышенного и высокого.

Задания базового уровня включены в первую (21 задание с выбором ответа) и во вторую (2 задания с кратким ответом) части работы. Это задания, проверяющие усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов.

Задания повышенного уровня сосредоточены во второй и третьей частях экзаменационной работы: 2 задания с кратким ответом во второй части, 4 задания с выбором ответа и 1 задание с развернутым ответом в третьей части. Эти задания направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умения решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики.

Пять заданий части 3 являются заданиями высокого уровня сложности и проверяют умение использовать законы и теории физики в измененной или новой ситуации. Выполнение таких заданий требует применения знаний сразу из двух-трех разделов физики, т. е. высокого уровня подготовки.

Включение в третью часть работы расчетных задач разного уровня трудности позволяет дифференцировать учащихся при отборе в вузы с различными требованиями к уровню подготовки.

В табл. 4 представлено распределение заданий по уровню сложности.

Таблица 4

Распределение заданий по уровню сложности

Уровень сложности	Число заданий	Максимальный первичный балл	Процент максимального первичного балла за задания данного уровня сложности от максимального первичного балла за всю работу
Базовый	23	24	47
Повышенный	7	12	24
Высокий	5	15	29
<i>Итого</i>	35	51	100

3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ЕГЭ ПО ЧАСТЯМ А, В, С

3.1. Анализ результатов выполнения заданий типа А по результатам основного экзамена

3.1.1. Содержание заданий типа А и результаты их выполнения

В табл. 5 представлено содержание заданий типа А экзаменационной работы. В правых столбцах таблицы указан процент абитуриентов, правильно справившихся с соответствующим заданием, по отношению ко всему количеству участников экзамена по физике в Санкт-Петербурге. Отсутствие существенных изменений в структуре и содержании заданий типа А по сравнению с 2012 и 2013 годами позволяет проводить сравнение результатов по отдельным заданиям.

Таблица 5

Содержание заданий типа А
и результаты их выполнения в 2014 году по сравнению с предыдущими годами

Обозначение задания в работе	Содержание задания	Процент правильных ответов в 2014 году	Процент правильных ответов в 2013 году	Процент правильных ответов в 2012 году
A1	Кинематика	75,42%	72,28%	77,31%
A2	Кинематика, законы Ньютона	69,39%	81,50%	56,13%
A3	Силы в природе	78,06%	81,51%	71,97%
A4	Импульс, закон сохранения импульса	71,40%	71,88%	66,04%
A5	Механическая энергия, работа, закон сохранения энергии	80,53%	69,79%	78,32%
A6	Статика, механические колебания и волны	37,87%	79,09%	64,46%
A7	МКТ	81,63%	74,73%	71,10%
A8	МКТ	68,99%	66,93%	70,42%
A9	МКТ	49,81%	74,28%	38,94%
A10	Термодинамика	58,53%	76,31%	63,11%
A11	Электростатика	62,00%	71,56%	67,34%

A12	Постоянный ток	67,20%	69,49%	49,28%
A13	Магнитное поле, электромагнитная индукция	53,94%	66,07%	53,57%
A14	Электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны	48,51%	58,57%	38,06%
A15	Оптика	75,98%	72,60%	51,10%
A16	Элементы СТО и оптика	56,54%	60,86%	32,51%
A17	Корпускулярно-волновой дуализм, физика атома	67,70%	50,49%	45,31%
A18	Физика атома, физика атомного ядра	66,85%	84,57%	70,70%
A19	Физика атомного ядра	47,28%	74,28%	77,28%
A20	Методы научного познания: механика - атомная физика	64,92%	61,64%	65,64%
A21	Методы научного познания: механика - атомная физика	22,74%	51,80%	39,21%
A22	Механика: расчетная задача	33,48%	55,00%	34,15%
A23	Механика, молекулярная физика, термодинамика: расчетная задача	28,10%	59,89%	25,11%
A24	Молекулярная физика, термодинамика, электродинамика: расчетная задача	37,72%	53,69%	45,60%
A25	Электродинамика, квантовая физика: расчетная задача	40,79%	55,51%	23,30%

Стабильно хорошо (на протяжении двух или трех лет) экзаменуемые выполняют задания базового уровня по темам:

- Кинематика, законы Ньютона (A1, A2);
- Силы в природе (A3);
- Импульс, закон сохранения импульса (A4);

- Механическая энергия, работа, закон сохранения энергии (A5);
- МКТ: идеальный газ, газовые законы (A7 и A8);
- Постоянный ток (A12);
- Оптика геометрическая (A15);
- Физика атома (A18).

Стабильно плохо (на протяжении двух-трех лет) экзаменуемые справляются с заданиями базового уровня по темам:

- Электромагнитные колебания и волны (A14);
- Элементы СТО и волновая оптика (A16);
- Методы научного познания (A21).

Существенно лучше, чем в прошлые годы экзаменуемые справились с базовыми заданиями

- A17 (Корпускулярно-волновой дуализм);
- A20 (Методы научного познания).

Хуже, чем в прошлом году, экзаменуемые справились с заданиями базового уровня по темам:

- Статика, механические колебания и волны (A6);
- МКТ: насыщенный пар (A9);
- Термодинамика (A10);
- Электростатика (A11);
- Магнитное поле, электромагнитная индукция (A13);
- Физика атомного ядра (A19).

Хуже, чем в прошлом году, *были выполнены задания повышенного уровня (расчетные задачи)*, но задачи A23 и A25 выполнены существенно лучше, чем в 2012 году.

Содержательный элемент, проверяемый определенной линией заданий типа А, можно считать усвоенным, если средний процент выполнения превышает 65% (аналитические отчеты ФИПИ по единому государственному экзамену, www.fipi.ru).

В 2014 году из 21 задания базового уровня у 11 (52%) процент выполнения больше 65, следовательно, проверяемые посредством данных заданий содержательные элементы можно считать усвоенными полностью. Этот результат несколько хуже, чем в 2013 году (76%), но лучше, чем в 2012 году (47%).

Ни у одного из заданий типа А повышенного уровня (A22- A25) процент выполнения ни разу за три года не соответствовал полному усвоению. Это ожидаемо, так как эти задания представляют из себя полноценные расчетные задачи, уровень сложности которых соответствует заданиям, в предыдущие годы представленным в части В.

Эти задания выполнены в 2014 году хуже, чем в 2013 году.

Очевидно, что и в целом результаты выполнения заданий типа А несколько лучше, чем в 2012 году, но существенно хуже, чем в 2013. Однако не следует забывать о том, что в 2013 году за два дня до экзамена в Интернете были опубликованы варианты ЕГЭ, что не могло не повлиять на результат выполнения первой части экзаменационной работы, проверяемой компьютером: он был аномально высоким.

Тем не менее, анализ заданий типа А со стабильно низким процентом выполнения позволяет сделать выводы о том, что наибольшие затруднения учащихся вызывают задания:

- по тем темам школьного курса физики, которые изучаются преимущественно в основной школе, или изучаются «точечно»: их содержание не оказывается востребованным для повторения при изучении других тем;
- требующие не просто знания формул, а понимания механизмов физических явлений и физического смысла величин, эти явления описывающих;
- нестандартно сформулированные задания или задания, содержащие нестандартные элементы;
- новые задания, отсутствующие в пособиях по подготовке к экзамену.

3.1.2. Методические рекомендации (для учащихся, для учителей)

1. Контрольные измерительные материалы ЕГЭ по физике соответствует действующим образовательным стандартам, построенным на основе деятельностного подхода в обучении:

- они проверяют умение применять теоретические знания на практике;
- они направлены на проверку не только специфических предметных умений, но и общеучебных умений;
- в них невелик процент чисто репродуктивных заданий, проверяется не столько знание закона или формулы, сколько понимание механизмов процессов, функциональных зависимостей между величинами.

К сожалению, школьное физическое образование часто носит репродуктивный характер, что приводит к формальному применению ряда выученных законов и формул без их осмысления и анализа.

Поэтому необходима постоянная рефлексивная деятельность учителя с точки зрения проверки соответствия учебного процесса образовательному стандарту как в части содержания, так и (особенно важно!) в части организации самостоятельной познавательной деятельности учащихся.

2. В ходе организации подготовки к выполнению заданий первой части экзаменационной работы важно обращать внимание на необходи-

мость включения в текущую работу с учащимися заданий разных типологических групп.

3. При выполнении экзаменационной работы учащимся очень важно выдерживать временной регламент, быстро переключаться с одной темы на другую. Очевидно, эти ограничения следует жёстко соблюдать при проведении текущего и промежуточного контроля. Учащиеся должны привыкнуть к тому, что на экзамене имеют большое значение не только их знания, но и организованность, внимательность, умение сосредотачиваться.

4. Зачастую ошибки экзаменуемых связаны с невнимательным прочтением условия задачи (не обратил внимания на частицу «не» или спутал «увеличение» с «уменьшением»). Не стоит останавливаться на первом же варианте ответа, который показался правдоподобным: часто чтение последующих вариантов ответов может натолкнуть на возможную ошибку в рассуждениях.

5. В заданиях могут содержаться лишние данные. В текстах заданий отсутствуют данные из таблиц – их необходимо отыскать самостоятельно. При этом значения величин и констант, содержащиеся в справочных материалах к варианту экзаменационной работы, должны быть использованы строго, без округлений. Безусловно, все эти «подводные камни» должны присутствовать во время тренировок при подготовке к экзамену.

6. При выполнении экзаменационной работы многие выпускники пытаются угадывать ответ. В условиях, когда за неверный ответ не ставят штрафные баллы, эта тактика на экзамене может иметь некоторый успех. Тем не менее, в ходе подготовки к экзамену необходимо обязательно требовать обоснование выбора.

7. В экзаменационную работу вернулись типовые расчетные задачи, решаемые с помощью стандартных алгоритмов. Они являются необходимым этапом, который нужно освоить, чтобы приступить к решению задач более высокого уровня сложности. При работе с типовыми задачами желательно обязательное присутствие в алгоритме решения таких позиций, как «физическая модель явления», «система отсчёта», «пояснительный чертёж», «получение итоговой формулы в общем виде», «проверка результата». Именно на сравнительно простых расчётных задачах формируется общая культура решения физической задачи, включающая в себя, в частности, введение чёткой системы обозначений используемых физических величин, написание исходных уравнений, комментарии к производимым операциям.

3.2. Анализ результатов выполнения заданий типа В по результатам основного экзамена

3.2.1. Содержание заданий типа В и результаты их выполнения

В табл. 6 представлено содержание второй части экзаменационной работы, включающей в себя задания, подразумевающие краткий ответ. В правом столбце таблицы указан процент абитуриентов, полностью правильно справившихся с заданием в текущем году и в прошлые годы.

Таблица 6

Содержание заданий типа В и результаты их выполнения

Обозначение задания в работе	Содержание задания	Процент ответов, оцененных в 2 первичных балла (полностью правильных)		
		2014 год	2013 год	2012 год
В1	Механика - квантовая физика: характер изменения величин <i>Базовый уровень сложности</i>	68	76	20
В2	Механика - квантовая физика: характер изменения величин <i>Повышенный уровень сложности</i>	40	73	56
В3	Механика - квантовая физика: соответствие между двумя множествами <i>Базовый уровень сложности</i>	71	86	42
В4	Механика - квантовая физика: соответствие между двумя множествами <i>Повышенный уровень сложности</i>	79	62	44

Содержательный элемент для задания с кратким ответом можно считать полностью усвоенным, если средний процент выполнения превышает 50% (аналитические отчеты ФИПИ по единому государственному экзамену, www.fipi.ru).

Таким образом, порог полного усвоения в текущем году преодолен для трех заданий: двух заданий базового уровня и одного задания повышенного уровня. Хуже остальных выполнено задание повышенного уровня В2.

Как и задания типа А, задания, подразумевающие краткий ответ, выполнены существенно лучше, чем в 2012 году, но несколько хуже, чем в 2013 году. Очевидно, существенный скачок в «знаниях» в 2013 году (почти в 4 раза!) обусловлен во многом утечкой текстов вариантов в Интернет.

Учитывая специфику экзамена 2013 года, можно отметить, что задания типа В с каждым последующим годом выполняются лучше. Это можно объяснить постепенной адаптацией и учителей, и экзаменуемых к заданиям новой структуры, а также постепенным расширением банка тренировочных материалов по этому виду задач.

Поэтому трудности при выполнении этих заданий уже вряд ли обуславлены отсутствием достаточного опыта. Затруднения учащихся, как и при выполнении заданий части А, вероятнее всего связаны с:

- незнанием законов, на которые следовало опираться при выполнении задания;
- незнанием типового алгоритма проведения предлагаемого анализа.

3.2.2. Методические рекомендации (для учащихся, для учителей)

Уже четвертый год все задания второй части экзаменационной работы являются заданиями на установление соответствия. Каждое из заданий оценивается от 0 до 2 баллов. Результат выполнения задания оценивается в 2 балла, если верно указаны все элементы ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка. Во время экзамена эти задания надо обязательно постараться выполнить, так как:

- являясь достаточно типовыми и не очень сложными, они влияют на оценку больше, чем другие задания, проверяемые компьютером;
- за эти задания можно получить 1 балл даже при наличии ошибки.

Очевидна необходимость широкого использования заданий такой структуры в учебном процессе на всех этапах обучения и, особенно, во время подготовки к экзамену.

3.3. Анализ результатов выполнения заданий типа С по результатам основного экзамена

3.3.1. Содержание заданий типа С и результаты их выполнения

Содержание заданий с развёрнутым ответом отражено в таблице 7. В правых колонках таблицы представлен процент учащихся, получивших за выполнение задач типа С разное количество первичных баллов в сравнении с аналогичными данными 2012 и 2013 годов.

Таблица 7
Содержание и успешность выполнения заданий типа С

Обозначение задания в работе	Содержание задания	Оценка заданий в баллах	Процент ответов, оцененных данным количеством баллов		
			2014 г.	2013 г.	2012 г.
C1	Механика – квантовая физика (качественная задача)	0	79,24%	61,97%	78,78%
		1	10,18%	14,92%	14,66%
		2	2,42%	11,11%	1,90%
		3	8,15%	11,99%	4,66%
C2	Механика (расчетная задача)	0	69,87%	72,69%	91,16%
		1	10,41%	11,85%	6,31%
		2	5,18%	5,11%	0,93%
		3	14,53%	10,35%	1,60%
C3	Молекулярная физика и термодинамика (расчетная задача)	0	82,63%	65,86%	78,21%
		1	10,20%	11,15%	9,72%
		2	2,29%	8,66%	3,95%
		3	4,88%	14,33%	8,11%
C4	Электродинамика (расчетная задача)	0	63,15%	77,79%	69,58%
		1	16,79%	7,83%	13,00%
		2	5,13%	4,06%	2,67%
		3	14,93%	10,32%	14,75%
C5	Электродинамика (расчетная задача)	0	84,14%	80,73%	80,93%
		1	9,18%	7,47%	7,95%
		2	3,35%	3,03%	4,32%
		3	3,32%	8,77%	6,80%

С6	Квантовая физика (расчетная задача)	0	73,46%	76,75%	89,74%
		1	10,25%	7,45%	5,79%
		2	5,17%	6,16%	1,42%
		3	11,13%	9,63%	3,05%

Процент полного выполнения (3 балла) задач по разным темам существенно меняется из года в год и обусловлен в первую очередь уровнем сложности и другими особенностями конкретных задач.

3.3.2. Анализ типичных ошибок заданий типа С

По задаче С1.

Качественная задача, как и в предыдущие годы, вызвала существенные затруднения участников экзамена: 79 % экзаменуемых получили за решение ноль баллов. Даже в 2013 году, когда тексты задач стали известны абитуриентам накануне экзамена, процент полного выполнения был невелик (12%).

Качественные задачи всегда являлись неотъемлемой частью школьного физического образования, но до сих пор примеры качественных заданий в пособиях для подготовки к экзамену и в опубликованном открытом сегменте контрольных измерительных материалов присутствуют в минимальном количестве, что ограничивает возможности абитуриентов для подготовки к их выполнению.

Результаты экзамена традиционно показывают, что учащиеся плохо умеют выстраивать логически связный ответ, выделять ключевые слова, корректно использовать физические термины, ссылаться при необходимости на физические законы. У многих экзаменуемых очевидна *грамматическая и лексическая безграмотность*.

На экзамене были представлены задачи двух видов.

В первом виде задач рассматривалась разница в силе давления света, испускаемого лазером, в двух случаях: при падении света на зеркало и на пластину, покрытую сажей. Расстояние между лазером и облучаемой пластиной не меняется. Свет падает на пластину перпендикулярно.

При этом экзаменуемые должны были в ходе решения опираться на следующие закономерности: второй закон Ньютона в импульсной форме, написанный для фотона, который отражается (зеркало) или по-

глощается (сажа) пластиной; изменение импульса фотона для случаев отражения и поглощения.

Многие экзаменуемые из числа приступивших к решению смогли установить, что от зеркальной поверхности фотоны отражаются, а поверхность, покрытая сажой, фотоны поглощает. Описать этот процесс, рассмотрев математически изменение импульсов фотонов, смогли единицы.

Во втором виде задач рассматривалась поверхность, облучаемая поочередно зеленым и красным светом от лазера. Необходимо было сравнить число фотонов, падающих на облучаемую поверхность в единицу времени. Мощность излучения лазера оставалась неизменной.

Авторское решение данного вида задач строится на установлении зависимостей между цветом излучения и частотой фотона, между частотой фотона и переносимой им энергией, а также зависимости мощности излучения от числа фотонов, испускаемых в единицу времени и от энергии фотона.

Часть экзаменуемых успешно связали различие в цвете с различием в частоте (длине волны) излучения, но не смогли применить формулу для расчета мощности излучения.

Оба вида задач вызвали существенные затруднения, обусловленные во многом тем, что квантовая физика изучается в школьном курсе физики достаточно поверхностно. Вопросы давления света и мощности излучения при изучении предмета на базовом уровне практически не рассматриваются. В любом случае, эти вопросы не отрабатываются в достаточной мере на уровне применения при решении задач.

По задаче С2.

С расчетной задачей по механике в этом году полностью справились 14,5 % участников экзамена, что существенно превышает результат прошлых лет.

Предлагаемая в контрольных измерительных материалах 2014 года задача С2 ранее уже использовалась на экзамене в Санкт-Петербурге в 2010 году. Можно предположить, что она не была неожиданной для многих абитуриентов.

Авторское решение предполагает применение закона изменения механической энергии в присутствии силы трения и описание движения тела, брошенного под углом к горизонту, в отсутствие силы сопротивления воздуха.

Выявленные в ходе проверки типичные ошибки:

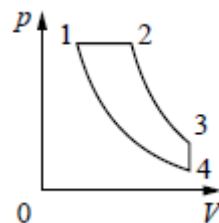
- Затруднения при описании изменения механической энергии в случае, когда часть механической энергии переходит во внутреннюю, путаница со знаками.
- Отсутствие вывода формулы для расчета максимальной дальности полета тела в случае, когда сопротивлением воздуха можно пренебречь. Написание данной формулы по памяти часто приводило к обидным ошибкам в числовых коэффициентах.
- При описании движения тела, брошенного под углом к горизонту, учащиеся пытались применять закон сохранения механической энергии, считая, что в верхней точке траектории скорость тела равна нулю. При этом опускалось из вида, что нулю равна только вертикальная проекция вектора скорости.
- Распространенная ошибка - экзаменуемые путают время подъема и время всего движения.
- В ряде работ экзаменуемые пытались описать движение тела под углом к горизонту с помощью некорректных геометрических построений (прямоугольные треугольники), демонстрируя непонимание основных свойств данного вида движения.

В целом, можно сделать вывод о том, что стандартное кинематическое описание движения тела, брошенного под углом к горизонту, вызывает затруднения у многих экзаменуемых.

По задаче С3.

С задачей С3 полностью справились 5 % экзаменуемых (против 8 % в 2012 году и 14% в 2013 году).

В задаче по молекулярной физике и термодинамике экзаменуемым предлагалась ситуация расчета КПД за цикл теплового двигателя, у которого в качестве рабочего тела использовался идеальный газ. Цикл изображен на рисунке, и состоит из двух адиабат, изохоры и изобары.



Экзаменуемые должны были продемонстрировать в ходе решения знание алгоритма расчета КПД, умение качественно и количественно описывать характер изменения термодинамических величин для разных процессов с использованием первого начала термодинамики, формул для расчета внутренней энергии идеального газа и совершаемой им работы.

Типичные ошибки:

- В решении делаются попытки применить формулу для расчета КПД идеальной тепловой машины $\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n} \cdot 100\%$, которую в описанной в условии задачи ситуации применять нельзя.

- Ошибочно трактуется термин «количество теплоты, полученное от нагревателя за цикл». Вместо этой величины зачастую вычисляется суммарная теплота, полученная или отданная газом за цикл. Аналогичные ошибки встречались при расчете количества теплоты, отданного за цикл холодильнику. Наоборот, работа газа часто рассчитывалась не за цикл, а только для тех процессов, в ходе которых она положительна.

Очевидно, что большая часть ошибок обусловлена формальным применением тех или иных формул. Во многих решениях опущен предварительный качественный анализ процессов с точки зрения первого начала термодинамики.

В записи самого первого начала термодинамики традиционна «неряшливость» со знаками «+» и «-». К сожалению, подобная неряшливость присутствует как в ряде авторских решений, предлагаемых ФИПИ, так и в многочисленных пособиях по подготовке к экзамену. Не всегда корректно употребляется символ изменения величины « Δ »: например, встечаются записи типа $\Delta U = \frac{3}{2} pV$ или $\Delta U = \Delta Q + \Delta A$.

По задаче С4.

С задачей С4 полностью справились 15 % экзаменуемых (против 10 % в прошлом году).

В разных вариантах предлагались два вида формулировки задачи по электродинамике на расчет цепи постоянного тока.

В обоих случаях применялись схемы со смешанным соединением проводников (резисторов или ламп) при наличии перемычки (см. рис 1)

Рис. 1 а

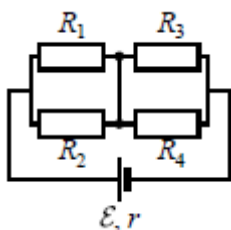
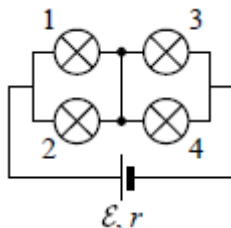
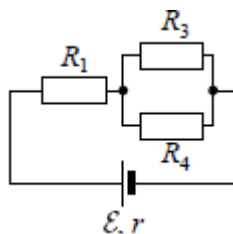


Рис. 1 б



В задачах первого ви-

да (рис. 1 а) один из ре-



зисторов перегорает, например R_2 . В этом случае схема цепи приобретает вид:

Все резисторы имеют одинаковое сопротивление, которое в условии задачи обозначено как R . ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока известны. Требуется найти выделяемую на одном из участков цепи тепловую мощность.

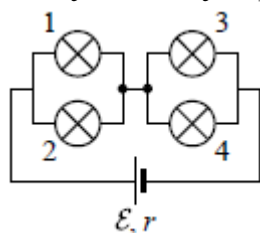
При проверке задач данного типа часто встречалась следующая ошибка:

В классической формуле закона Ома для полной цепи $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ буквой R обозначено общее сопротивление внешней части электрической цепи. Аналогично в формуле для расчета тепловой мощности $P = IR^2$ под буквой R подразумевается сопротивление того участка цепи, на котором тепловая мощность рассчитывается. Некоторые экзаменуемые формально подставляли в эти правильно написанные в общем виде формулы значение сопротивления одного резистора, которое в условии было обозначено той же буквой R .

Это указывает на механическое «зазубривание» формул без осознания физического смысла входящих в них величин.

В задачах второго вида (рис. 1 б) тоже требовалось вычислить тепловую мощность, выделяющуюся на сопротивлении одной из ламп. При этом цепь симметрична: сопротивления первой и второй лампы равны друг другу, сопротивления третьей и четвертой лампы отличаются от сопротивлений первых двух ламп, но тоже равны друг другу.

Наличие перемычки позволяет использовать для расчета следующую эквивалентную схему, приведенную в авторском решении:



Симметричность цепи позволяет также использовать другую эквивалентную схему, в которой перемычка просто убирается.

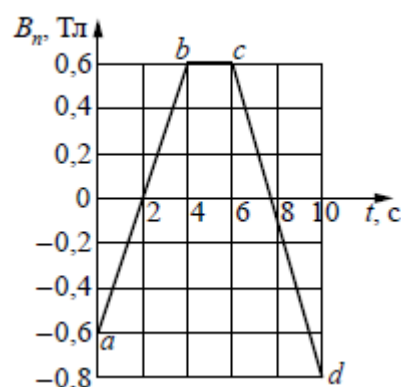
Во многих экзаменационных работах решение соответствовало именно изъятости перемычки. При этом часто возможность этого действия никак не обосновывалась и эквивалентная схема не представлялась.

Традиционно часто встречались математические ошибки при определении общего сопротивления параллельно соединенных резисторов. Например, в качестве типичных можно рассматривать такие ошибочные записи: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10}$, $R = 0,1 \text{ Ом}$ или $R = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10} \text{ Ом}$

По задаче С5.

Задание С5 выполнено в 2014 году существенно хуже, чем в предыдущие годы: всего 3% экзаменуемых смогли получить максимальный балл.

В этой расчетной задаче по электродинамике рассматривается проволочная рамка площадью S и сопротивлением R , помещенная в магнитное поле с индукцией B . На рисунке дан график, показывающий, как меняется проекция вектора B на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени (пример графика см. на рис). За все время наблюдения в рамке выделяется количество теплоты Q .



Важно, что на графике представлены несколько участков, отличающихся друг от друга, как промежутком времени, так и характером изменения проекции вектора магнитной индукции.

Авторское решение предполагает наличие следующих элементов:

- закон Джоуля-Ленца;
- закон электро-магнитной индукции;
- формула для расчета магнитного потока;
- закон Ома;
- скорость изменения проекции вектора индукции магнитного поля, определенная по графику.

Расчет должен проводиться отдельно для каждого из участков графика, на котором проекция вектора магнитной индукции меняется с течением времени.

Наиболее распространенная ошибка среди экзаменуемых, приступивших к решению данной задачи, – формальное применение элементов решения ко всему графику в целом. При этом скорость изменения проекции вектора B рассчитывалась через отношение суммарного изменения значения проекции ко всему рассматриваемому промежутку времени.

Эта ошибка указывает на формальное использование выученных формул без осознания их физического смысла и условий применимости.

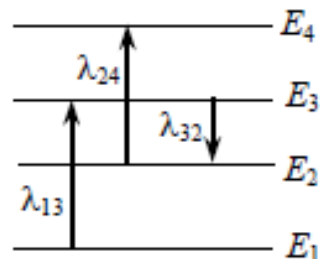
По задаче С6.

В 2014 году задача С6 выполнена лучше, чем в 2013 году и существенно лучше, чем в 2012 году.

Расчетная задача по квантовой физике представлена в открытом сегменте контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике, присутствует в разнообразных пособиях по подготовке к экзамену, относится к числу «примелькавшихся».

Формулировка задачи в одном из вариантов:

На рисунке представлены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, испускаемых и поглощаемых при переходах между ними: $\lambda_{13} = 300$ нм; $\lambda_{32} = 550$ нм. Минимальная длина волны излучаемого фотона при всех возможных переходах между этими уровнями энергии $\lambda_0 = 250$ нм. Какова длина волны λ_{24} фотона, поглощаемого при переходе с уровня E_2 на уровень E_4 ?



Очевидно, задача разбиралась и прорешивалась многими экзаменуемыми в процессе подготовки к экзамену.

К сожалению, во многих работах правильная итоговая формула сложения-вычитания частот (или длин волн) рассматривается в качестве исходной без обоснования возможности ее применения с помощью постулатов Бора. Это привело к многочисленным случаям снижения оценки при наличии правильного ответа.

Традиционно вызывают трудности операции с большими числами, записанными в стандартном виде. Дополнительные математические ошибки совершались при переходе от сложения-вычитания частот к аналогичным действиям с длинами волн.

3.3.3. Методические рекомендации (для учащихся, для учителей)

1. Работе с качественными заданиями необходимо уделять особое внимание, тренируясь не просто искать правильный ответ, но и выстраивать четкую логику его обоснования. Следует требовать от учеников обязательного анализа условия задачи с выделением ключевых слов, физических явлений, грамотного использования физических терминов.

2. Письменные формы итогового контроля ни в коей мере не подразумевают сокращение на уроке времени, отводимого на формирование грамотной устной речи. Более того, требовать от ученика постоянного обоснования своих действий, проведения рассуждений невозможно, если предположить, что он эти рассуждения должен непременно записать.

Поэтому подготовка к единому государственному экзамену в качестве обязательного элемента включает в себя формирование грамотной устной речи. Хочется напомнить о соблюдении единого орфографического режима. К сожалению, ученики, неплохо сдавая ЕГЭ по русскому языку, при записи решения физических задач делают огромное количество орфографических и лексических ошибок.

3. За решение задач части С можно получить 1 или 2 балла даже в случае, если задача не доведена до конца. Поэтому имеет смысл записывать решение, даже когда оно не закончено, не проведен числовой расчет или результат вызывает сомнение. Решение задачи оценивается по единым обобщённым критериям, опубликованным к началу учебного года, предшествующего экзамену. Тем не менее, в школьной практике ученики часто не записывают незавершённое решение задачи. И делают они это потому, что учитель оценивает только полностью решённые задачи. На наш взгляд, важным этапом подготовки ученика к экзамену может стать использование учителем в текущей работе тех подходов к оцениванию расчётных задач, которые применяются экспертами при проверке заданий с развёрнутым ответом.

4. На экзамене допускается решение расчётной задачи по действиям. Однако следует иметь в виду, что при решении в общем виде с получением итоговой формулы больше шансов получить более высокую оценку: правильная итоговая формула без числового расчета (или при неправильном числовом расчете) дает возможность получить за решение задачи два первичных балла. Итоговая формула дает возможность провести проверку размерности искомой величины, обнаружить возможную ошибку. Часто при решении по действиям накапливается расхождение с правильным числовым ответом за счет слишком грубого округления результатов промежуточных действий.

5. Обобщенный алгоритм решения расчетных физических задач подразумевает обязательный анализ физических моделей описанных в условии объектов и процессов. Каждая формула имеет определенные границы применимости. В записи формул используются обозначения физических величин, которые могут повторяться в других формулах, имея при этом иной физический смысл. Экономия времени на анализе условия задачи, обсуждении особенностей физических моделей, условий применимости физических законов, сведение решения задачи к подбору стандартных формул без понимания и анализа сущности описываемых в задаче процессов формализует физическое образование, не обеспечивая его качества и, как следствие, приводит к провалам на экзамене.

6. При подготовке к экзамену не следует ориентироваться исключительно на пособия для подготовки к ЕГЭ в ущерб традиционным за-

дачникам. Практика показывает, что банк КИМ регулярно пополняется именно за счет традиционных абитуриентских задач.

7. Экзамен в очередной раз показал низкую математическую подготовку выпускников. Многие ошибки выпускников обусловлены неотработанностью элементарных математических умений, связанных с преобразованием математических выражений, действиями со степенями, чтением графиков и др. Очевидно, что решение этой проблемы для учителя-физика невозможно без регулярного включения в канву урока элементарных упражнений на отработку необходимых математических операций.

8. В прошлом году в обобщенных критериях оценивания расчетных задач появились новые требования: введение обозначений используемых величин и четкая запись ответа с единицами измерения физической величины. Данные требования полезно учитывать при повседневной работе с целью доведения этих формальных операций до автоматизма. К сожалению, эксперты по-прежнему вынуждены снижать оценки за:

- использование одной буквы при обозначении разных величин;
- необоснованное переобозначение величин в ходе решения задачи;
- запись ответа без указания единиц измерения физических величин.

9. Решение расчетной задачи должно быть оформлено так, чтобы проверяющему его эксперту были понятны все шаги, направленные на получение результата. Часто экспертам приходится снижать оценку за отсутствие важных звеньев на пути вывода итоговой формулы. В перспективе планируется публикация кодификатора формул, которые могут рассматриваться в качестве исходных. Все остальные формулы должны быть выведены в процессе решения. Рекомендуется также записывать утверждения, лежащие в основе решения.

Чем подробнее и четче оформлена экзаменационная работа, тем больше вероятность того, что эксперт его адекватно оценит.

4. КАЧЕСТВО РАБОТЫ ЧЛЕНОВ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ

Вновь сформированная в 2014 году предметная комиссия по физике насчитывает 144 человека, из них 143 эксперта работали на основном экзамене, что составляет 99,3 %. Один эксперт не смог участвовать в проверке работ основного экзамена по уважительной причине, но проверял работы на дополнительном экзамене в июне.

Процент явки активных экспертов для работы на экзамене по физике стабильно высок. Соответствующие цифры представлены в табл. 8.

Таблица 8

Работа предметной комиссии по физике в 2014 году
на основном экзамене по сравнению с предыдущими годами

2014			2013			2012		
Зарегистри- ровано ак- тивных экс- пертов	Явилось		Зарегистри- ровано ак- тивных экс- пертов	Явилось		Зарегистри- ровано ак- тивных экс- пертов	Явилось	
	чел	%		чел	%		чел	%
144	143	99%	144	143	99%	151	147	97%

Проверка заданий с развернутым ответом основного экзамена (02.06.14) осуществлялась в течение двух рабочих дней (основная проверка 03.06.2014 и третья проверка 04.06.2014). Для проверки работ дополнительного экзамена и экзаменов в июле привлекалось ограниченное количество экспертов (10-20 человек). Федеральная предметная подкомиссия в составе 26 человек принимала участие в межрегиональной проверке и перепроверке экзаменационных работ.

В таблицах 9 и 10 представлены данные по количественным показателям работы экспертов при проверке заданий с развёрнутым ответом основного экзамена (02 июня 2014 года).

Таблица 9

Количество работ, проверяемых одним экспертом (03 июня 2014 года)

Среднее количество работ, проверенных одним экспертом	Максимальное количество работ, проверенных одним экспертом
65	197

Все эксперты добросовестно работали до момента окончания основной проверки. Многие эксперты, не входящие в состав Федеральной предметной подкомиссии, изъявили желание участвовать в проверке экзамена в июле.

Таблица 10

Основные количественные показатели работы предметной комиссии
на основном экзамене по физике в 2014 году по сравнению с 2013 годом

Показатели работы предметной комиссии	Основной день 02.06.2014		Основной день 06.06.2013	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Всего работ	5713	100	5913	100
Из них пустые (не требовали проверки)	1275	22	1934	33

Количество работ, проверенных третьим экспертом	522	9,14	665	11,25
---	-----	-------------	-----	--------------

В 2014 году существенно уменьшилось количество пустых бланков. Но, несмотря на увеличившийся по сравнению с прошлым годом объем экспертной деятельности, процент экзаменационных работ, потребовавших третьей проверки, уменьшился. Можно предположить, что это обусловлено проведенной весной работой по согласованию подходов к оцениванию на всех уровнях, переобучению подавляющего большинства экспертов, а также ужесточением процедуры допуска экспертов к проверке.

В большинстве бланков, ушедших на третью проверку, перепроверялось только одно задание: на 522 перепроверенные работы приходится 568 перепроверенных заданий.

Проблемы экспертов, выявленные в ходе третьей проверки:

1. Смысловые ошибки:

- *Отход от обобщенных критериев.*

- *Нежелание (или неумение) разобраться в оригинальном решении, существенно отличающемся от авторского решения ФИПИ.*

2. Технические ошибки:

- *Невнимательность или небрежность:* эксперт перепутал номера задач или не заметил неверно указанного экзаменуемым номера; эксперт «не заметил» задачу; эксперт ошибся при переносе оценки с черновика в протокол проверки.

В таблице 11 представлены результаты анализа выявленных разногласий между основными экспертами и экспертами, осуществляющими третью проверку (результаты проверки основного экзамена в июне).

Таблица 11

Разногласия оценок, выставленных основными экспертами и экспертами, осуществляющими третью проверку.

Характер расхождений между оценкой основного и третьего эксперта	Кол-во заданий	%
Всего перепроверено заданий	568	100
Расхождения между оценкой основного и третьего эксперта в 1 балл	106	19
Расхождения между оценкой основного и третьего эксперта в 2 балла	356	62
Расхождения между оценкой основного и третьего эксперта в 3 балла	38	7
Расхождения между оценкой основного и третьего эксперта, обусловленные технической ошибкой	68	12

Данные, представленные в таблице, показывают, что наибольшее количество случаев третьей проверки соответствует смысловым ошибкам и, прежде всего, ошибочному применению обобщенных критериев оценивания одним из основных экспертов. Это тот резерв уменьшения количества третьих проверок, который может быть реализован путем дальнейших усилий по повышению квалификации экспертов. Индивидуальный анализ работы экспертов в 2014 году выявил «группу риска», включающую в себя около 20 экспертов, причем, пять из них очевидно на проверку в 2015 году приглашаться не будут.

В 19% случаев третий эксперт принимал промежуточное решение, то есть не соглашался ни с одним из основных экспертов. К сожалению, критерии оценивания носят обобщенный характер и не могут охватить все возможные ситуации оценивания. Практика работы на экзамене показала, что разногласия между экспертами в один балл на сегодняшний день полностью устранены быть не могут.

Предметной комиссией Санкт-Петербурга в 2014 году разработаны предложения по редактированию обобщенных критериев оценивания. Эти предложения отправлены в ФИПИ.

Еще один резерв уменьшения количества случаев третьей проверки – уменьшение количества технических ошибок. Как правило, эти ошибки обусловлены плохим самочувствием или усталостью экспертов и эти факторы невозможно устранить полностью. Тем не менее, в программах повышения квалификации экспертов предусмотрены тренинги на правильность заполнения протоколов оценивания.

Хочется отметить, что работа региональной предметной комиссии по физике традиционно стабильна и профессиональна.

5. АНАЛИЗ ПРИЧИН УДОВЛЕТВОРЕНИЯ АПЕЛЛЯЦИЙ

Апелляций по процедуре проведения экзамена по физике в июне 2014 года не было. По итогам основного экзамена в Конфликтную комиссию поступило 86 заявлений по несогласию с выставленными баллами по ЕГЭ по физике. Это составляет 1,42 % от общего числа участников основного экзамена, что несколько больше, чем в прошлом году (0,81%)

В таблице 12 приведены статистические данные о результатах работы Конфликтной комиссии по физике.

Таблица 12

*Количество поданных и удовлетворенных апелляций
по результатам ЕГЭ по физике в июне 2014 года
в сравнении с основным экзаменом предыдущих лет*

Год	Всего апелляций	Из них удовлетворено				Из них отклонено
		всего	с повы- шением	без изме- нения	с пони- жением	
2011	65	16 (24,6%)	15 (93,8%)	0 (0%)	1 (6,2%)	49 (75,4%)
2012	117	19 (16,2%)	10 (52,6%)	1 (5,3 %)	8 (42,1%)	98 (83,8%)
2013	51	10 (19,6%)	9 (90%)	1 (10%)	0 (0%)	41 (80,4%)
2014	86	11 (12,8%)	10 (90,9%)	0 (0%)	1 (9,1%)	75 (87,2%)

Следует отметить, что возможность увидеть образ своей работы в Интернете, появившаяся у экзаменуемых в 2012 году, привела к существенному снижению количества апеллянтов, которые просто хотели узнать свои ошибки.

Большинство отклоненных апелляций были поданы участниками экзамена, которые получили результат ниже порогового значения.

Поскольку удовлетворяется лишь незначительный процент поданных апелляций, по столь малому числу работ трудно, да и просто некорректно делать серьезный анализ - слишком мала выборка. Тем не менее, можно выделить основные группы причин удовлетворения апелляций.

1. *Технические ошибки.* Тестируемые недостаточно четко обозначают свой выбор ответов в заданиях типа А и В, что приводит к ошибкам при считывании информации компьютером. Эти случаи встречаются достаточно редко.

2. *Неумение экзаменуемых аккуратно и четко оформлять решение задачи.* К сожалению, в достаточно большой части работ задачи оформлены очень небрежно, не выделены начало (номер, «дано») и конец решения (ответ), нет пояснения вводимых обозначений, отсутствуют поясняющие чертежи, единицы измерения величин и т.д. Часто представленное решение больше похоже на наспех сделанный набросок черновика.

Неразборчивость и хаотичность записей приводит к тому, что эксперту трудно увидеть логику решения задачи, а подчас и просто заметить решение.

3. *Ошибки экспертов.* Грубых ошибок экспертов в ходе работы конфликтной комиссии выявлено не было.

4. *Специфика обобщенных критериев оценивания.* Практика применения обобщенных критериев показывает, что расхождения в 1 балл достаточно распространены и неизбежны. При этом каждый из экспертов, как правило, может обосновать свое мнение с помощью соответствующего критерия или дополнительных методических рекомендаций ФИПИ. Конфликтная комиссия считала возможным принимать решение в пользу экзаменуемого во всех случаях, где это не противоречит обобщенным критериям оценивания.

Взросший и достаточно высокий процент отклоненных апелляций (87,2%) дополнительно свидетельствует о высоком качестве работы региональной предметной комиссии

6. ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ПРОВЕДЕНИЯ ЕГЭ ПО ПРЕДМЕТУ В 2014 ГОДУ, ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ (уровень подготовки участников экзамена по предмету в целом; умения, которые показали выпускники; недостатки в подготовке участников экзамена)

Контрольные измерительные материалы ЕГЭ по физике в 2014 году не претерпели структурных и смысловых изменений. Пороговый балл остался тем же и был объявлен в начале учебного года. Уровень сложности заданий соответствовал ожидаемому и заявленному в демоверсии.

Как и в 2013 году эксперты отмечают в целом качественную и профессиональную работу разработчиков контрольных измерительных материалов по физике. Грубых опечаток и ошибок ни в текстах вариантов, ни в текстах авторских решений не обнаружено. Есть незначительные претензии по формулировке задач типа С в ряде вариантов и к авторским решениям, прилагаемым к критериям оценивания. Все замечания обобщены и отправлены разработчикам контрольных измерительных материалов.

В 2014 году уровень требований по оцениванию в целом не изменился. Обобщенные критерии оценивания и расчетных, и качественных задач были слегка уточнены и детализированы.

Таким образом, ЕГЭ текущего года по физике проходил в условиях стабильности и предсказуемости для абитуриентов, что создавало благоприятную почву для качественной и системной подготовки к экзамену.

В отличие от прошлого года, в Санкт-Петербурге использовался один план экзаменационной работы, что обусловлено существенным (по-

чти в полтора раза) увеличением общего количества используемых в РФ вариантов контрольных измерительных материалов по физике.

Следует отметить профессионализм и традиционно высокую мотивацию экспертов предметной комиссии, понимание ими необходимости строго следовать обобщенным критериям оценивания. На протяжении всего экзамена эксперты-консультанты отмечали добросовестность и ответственность основных экспертов. Проведенные весной 2014 года мероприятия по реформированию предметной комиссии по физике привели к сокращению на 25% ее численности. Одновременно, качество экзаменационной проверки повысилось, что подтверждается уменьшением количества работ, отправленных на третью проверку.

Как и в прошлом году на базе предметной комиссии Санкт-Петербурга была создана Рособрнадзором Федеральная предметная подкомиссия, которая осуществила без замечаний все предложенные ей процедуры межрегиональной проверки и перепроверки экзаменационных работ.

В 2014 году была существенно обновлена нормативно-правовая база, регламентирующая работу предметных комиссий. Ужесточение процедурных требований коснулось не только экзаменуемых, но и экспертов. Все работы были проверены под наблюдением видеокамер. Случаи нарушения порядка проведения экспертизы экзаменационных работ в предметной комиссии по физике не зафиксированы.

В 2014 году не наблюдались вбросы контрольных измерительных материалов в Интернет, все аудитории в пунктах приема экзамена были оснащены видеокамерами. Ужесточение требований к организации экзамена не могло не сказаться на результатах: они ниже, чем прошлогодние по всем предметам и во всех регионах РФ. Это ожидаемо, но не критично. Важно, что эти результаты можно рассматривать как наиболее объективные и «честные» за все время проведения итоговой аттестации выпускников в формате ЕГЭ.

В таблице 13 представлены основные результаты ЕГЭ по физике по сравнению с аналогичными результатами двух предыдущих лет.

Таблица 13.

Основные результаты досрочного и основного экзамена по сравнению с результатами 2012 и 2013 годов

	Кол-во участников	Средний балл	Процент участников, не преодолевших порог	Количество участников, получивших максимальный балл

2012 год	6325	48	11,6	4
2013 год	6280	55	7,7	20
2014 год	6021	49	12,8	9

В таблице 14 дано сравнение результатов досрочного и основного экзаменов в Санкт-Петербурге и Российской Федерации

Таблица 14.

Основные результаты досрочного и основного экзамена по сравнению с аналогичными результатами по РФ

	Средний балл		Процент участников, не преодолевших порог		Количество участников, получивших максимальный балл		Процент участников, получивших высокие баллы (более 80)
	2013 год	2014 год	2013 год	2014 год	2013 год	2014 год	
РФ	53,5	45,7	11,0	16,9	474	139	2,9
Санкт-Петербург	54,8	48,9	7,7	12,8	20 (4,2% от РФ)	9 (6,3% от РФ)	5,1

Результаты экзамена 2014 года в Санкт-Петербурге по всем показателям превышают аналогичные результаты в среднем по РФ.

Это свидетельствует о том, что подготовка учащихся к ЕГЭ в школах носит, как правило, системный и организованный характер. Об этом свидетельствует и тот факт, что средний балл выпускников текущего года традиционно выше среднего балла для всех других категорий абитуриентов (см. таблицу 15).

Таблица 15.

Основные результаты досрочного и основного экзамена для разных категорий экзаменуемых

Категория участников	Кол-во участников экзамена по физике	Средний балл	Кол-во участников, получивших максимальный балл	Кол-во участников (процент от участников данной категории), не преодолевших порог
----------------------	--------------------------------------	--------------	---	---

Выпускники текущего года	5375	50,18	9	534 (9,9%)
Выпускники СПО	205	31,89	0	118 (57,6%)
Выпускники прошлых лет	441	41,02	0	117 (26,5%)

К сожалению, выпускники системы СПО и выпускники прошлых лет из года в год показывают существенно более низкие результаты, что, безусловно, сказывается на общих показателях по Санкт-Петербургу. Так, средний балл выпускников учреждений СПО составляет 31,9 баллов (в прошлом году – 32,9 баллов), средний балл выпускников прошлых лет – 41,0 балла (в прошлом году – 43,2 балла). Среди выпускников системы СПО 57,6 % процентов абитуриентов (больше половины!) не смогли преодолеть пороговый балл. Так же не смогли сдать экзамен 26,5 % выпускников прошлых лет.

Несмотря на то, что учителя системы СПО активно обучались технологиям подготовки учащихся к ЕГЭ, очевидно, сама система начального профессионального образования в своем современном виде не может обеспечить конкурентоспособность своих выпускников по отношению к учащимся общеобразовательных школ. Возможности влияния на результаты выпускников прошлых лет сами по себе ограничены.

Как и в прошлом году, наблюдается корреляция между процентом выполнения задания и уровнем сложности, а также между процентом выполнения задания и временем, отведенным в школьном курсе на изучение проверяемой темы. Традиционно вызвали затруднения задания по темам, изучаемым преимущественно в основной школе. Очевидны просчеты при организации сопутствующего и обобщающего повторения в массовой старшей школе.

Как и в предыдущие годы, особые затруднения вызвали задания, сформулированные нестандартно, или новые задания, аналоги которых не представлены в многочисленных пособиях для подготовки к экзамену. При этом очевиден хороший процент выполнения заданий из открытого сегмента контрольных измерительных материалов, то есть тех задач, которые обсуждались на курсах повышения квалификации учителей, были доступны ученикам при самостоятельной подготовке к экзамену.

Средний балл по городу в целом отражает усвоение участниками экзамена основных понятий, моделей, формул и законов школьного курса физики на базовом уровне. Это ожидаемо, так как подавляющее большинство экзаменуемых в старшей школе по-прежнему изучали физику именно на этом уровне, для которого в рамках действующих ФГОС вообще не предусматривается совершенствование умений, связанных с решением расчетных физических задач как сложных, так и простых.

Существенного прорыва в результатах учащихся при выполнении заданий типа С можно ожидать при условии значительного увеличения количества профильных физических классов. При изучении предмета на

базовом уровне у учителя нет возможности выходить на решение сложных абитуриентских задач. К сожалению, эта ситуация уже который год не меняется, несмотря на декларируемую на всех государственных уровнях приоритетность развития естественнонаучного и политехнического образования.

Таким образом, подавляющее большинство школ в рамках своих учебных планов не может брать на себя обязательства по подготовке выпускников к выполнению частично второй и полностью третьей частей экзаменационной работы.

Демографическая яма и непопулярность большинства инженерных специальностей фактически приводит к низким конкурсам в целый ряд профильных вузов: для поступления часто оказывается достаточным преодолеть минимальный порог по физике. Практика показывает, что многие абитуриенты смещают акценты на подготовку к выполнению 1 и 2 частей экзаменационной работы, не замахиваясь на серьезную подготовку к выполнению заданий типа С. Несмотря на то, что в этом году существенно увеличилось количество абитуриентов, приступивших к выполнению заданий, требующих развернутого ответа, об устойчивой положительной динамике говорить пока рано.

Задания типа С – это достаточно сложные физические задачи, абитуриентского и олимпиадного уровня, подразумевающие сформированность умений по применению теоретических знаний при решении физических задач высокого уровня сложности. Фундамент для формирования этих умений закладывается в основной школе и постепенно надстраивается в течение всех лет изучения физики. Натаскать в течение ограниченного времени на решение задач такой сложности практически невозможно.

Поэтому повышение качества физического образования невозможно без осознания важности и ответственности работы учителя на начальном этапе изучения предмета в основной школе. Внешним толчком к пересмотру отношения к качеству преподавания предмета в основной школе могла бы стать государственная итоговая аттестация (ГИА) девятиклассников. Но, к сожалению, в 2014 году эта процедура коснулась лишь незначительного количества выпускников основной школы. Поэтому коренного изменения ситуации пока ожидать не приходится.

Таким образом, экзамен, как и в прошлые годы, высвечивает многие системные проблемы естественнонаучного образования не только в Санкт-Петербурге, но и в целом по Российской Федерации. Решение этих проблем требует системной, согласованной и кропотливой работы на всех уровнях Российской системы образования.