

1. Основные сведения об оценке общеобразовательной подготовки выпускников по физике в 2014 г.

Назначение экзаменационной работы заключается в оценке общеобразовательной подготовки по физике выпускников XI классов общеобразовательных учреждений с целью контроля уровня усвоения выпускниками федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования, а также конкурсного отбора в образовательные учреждения среднего профессионального и высшего профессионального образования как результаты вступительных испытаний по физике для дифференциации абитуриентов.

Структура и содержание работы определяются Федеральной предметной комиссией по физике по согласованию с научно-методическим советом ФИПИ по физике и утверждаются в нормативных документах – кодификаторе элементов содержания по физике и спецификации экзаменационной работы.

Кодификатор 2014 г. составлен на основе Федерального компонента государственного стандарта основного общего и среднего (полного) образования по физике, базовый и профильный уровень (приказ МО от 5 марта 2004 г. № 1089) и содержит перечень выносимых на проверку основных тематических элементов.

Содержание экзаменационной работы соответствует Федеральному компоненту государственного стандарта основного общего и среднего (полного) образования по физике. Каждый вариант экзаменационной работы состоит из трех частей и включает 35 заданий всех таксономических уровней, контролирующих элементы содержания из всех разделов школьного курса физики: «Механика» (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны); «Молекулярная физика. Термодинамика»; «Электродинамика» (электростатика, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, элементы СТО) и «Квантовая физика» (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра).

Содержание экзаменационной работы нацелено на проверку различных видов деятельности: владение

- основным понятийным аппаратом школьного курса физики (понимание смысла физических понятий, явлений, моделей, величин, законов);
- основами знаний о методах научного познания;
- решение задач различного типа и уровня сложности.

По сравнению с 2013 годом в 2014 году изменение КИМов ЕГЭ по физике не наблюдалось. Большое внимание уделялось проверке спектра проверяемых умений, выявлению степени понимания выпускником основных элементов

содержания, а также оценке сформированности умений применять полученные знания в различных ситуациях, анализировать и обобщать информацию, высказывать и аргументировать собственную позицию. Оставлена без изменений структура варианта КИМ: при сохранении общего числа и типологии заданий: все задачи по физике вынесены в третью часть работы. Таким образом, «вузовская часть» ЕГЭ по физике по-прежнему наглядно представлена в третьей части работы. Она содержала четыре расчетные задачи повышенного уровня сложности с выбором ответа (A22 –A25) и шесть заданий с развернутым ответом – качественную задачу повышенного уровня сложности (C1) и пять расчетных задач высокого уровня (C2-C6). В представленных вариантах КИМов предложен широкий спектр проверяемых методологических умений и достаточно большая доля заданий с использованием фотографий и рисунков экспериментальных установок, что позволяет сделать выводы об уровне экспериментальных навыков. Критерии оценивания знаний с развернутым ответом и требования к полному правильному ответу в систему оценивания расчетных задач по сравнению с 2013 годом остались без изменений.

Задания базового уровня сложности дают возможность оценить уровень усвоения наиболее значимых содержательных элементов образовательного стандарта по физике и овладение наиболее важными видами деятельности, повышенного и высокого - степень подготовленности учащегося к продолжению образования в высшей школе и контролируют следующие навыки: умение использовать физические понятия и законы для анализа достаточно сложных процессов и решать задачи на применение одного – двух законов (формул) по одной из тем школьного курса физики (повышенный уровень) и применение знаний сразу из двух-трех разделов физики в измененной или новой ситуации (высокий уровень). 35 заданий каждого варианта, различающихся формой и уровнем сложности, делятся на три части. Часть 1 содержит 21 задание с выбором ответа; часть 2 – 4 задания, к которым требуется дать краткий ответ, а часть 3 – 10 заданий, объединенных общим видом деятельности – решение задач. 21 задание с выбором ответа первой части КИМов и одно задание части 2 с кратким ответом являются заданиями базового уровня. К заданиям повышенного уровня сложности относятся 3 задания части 2 с кратким ответом, 4 задания с выбором ответа (A22 –A25, расположенные в третьей части работы), и одно задание части 3 с развернутым ответом. Пять заданий части 3 являются заданиями высокого уровня сложности и проверяют умение использовать физические теории и законы в измененной или новой ситуации. Задания с выбором ответа оцениваются в 1 балл. Задания с кратким ответом оцениваются максимально в 2 балла. Причем, задание считается выполненным, если экзаменуемый получает за его решение 2 балла. Задания с развернутым ответом оцениваются двумя независимыми

экспертами с учетом правильности и полноты ответа. Максимальный первичный балл за задания с развернутым ответом – 3. Задание этого типа считается выполненным, если участник экзамена получает за решение задачи 2 балла.

Максимальный первичный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы - 51 балл. На решение задач повышенного и высокого уровней сложности отводится 43% от максимального первичного балла, поскольку этот вид деятельности является наиболее важным для успешного продолжения образования. На данном этапе проверяются умения применять физические законы и формулы и типовых, и в нетрадиционных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов действий или создании собственного плана выполнения задания. Перевод в тестовые баллы по 100-балльной шкале осуществлялся на основе первичных баллов. Технология перевода первичных баллов в тестовые подробно изложена в материалах ФИПИ. Минимальная граница ЕГЭ по физике 2014 г. была установлена на уровне 36 тестовых баллов, что соответствует 11 первичным баллам. По сравнению с предыдущим годом минимальная граница не изменилась. Время выполнения работы составило 235 минут. В Свердловской области в первой волне ЕГЭ по физике использовали 16 вариантов, составленных ФИПИ на основе четырех базовых.

Тем не менее, несколько усовершенствованы контрольные измерительные материалы: усовершенствованы критерии оценивания заданий с развернутым ответом; увеличена доля заданий, проверяющих особенности различных физических явлений, за счет вопросов, касающихся применения формул и законов в рамках простых ситуаций расчетного характера; в рамках проверки методологических умений увеличена доля заданий, проверяющих умение интерпретировать результаты различных опытов на основе экспериментальных данных: таблиц или графиков зависимостей величин, построенных с учетом абсолютных погрешностей измерений.

Некоторые изменения в 2014 году коснулись состава предметной комиссии и подходов к оцениванию знаний учащихся. Введено разделение экспертов внутри комиссии на три категории: ведущий эксперт, старший эксперт и эксперт. Ведущими экспертами в 2014 году являлись председатель и заместитель предметной подкомиссии. Должности старших экспертов и экспертов назначались по результатам проверки репетиционного тестирования. Ведущие и старшие эксперты являлись членами федеральной комиссии, эксперты – региональной. Эксперты осуществляли первую и вторую проверку, старшие эксперты наделялись полномочиями третьей и перекрестной проверок, полномочия ведущих экспертов являлись наиболее полными: все виды проверок и консультирование учителей, касающееся проверки экзаменационных работ. Для

согласования единых подходов к проверке и оцениванию работ в этом году осуществляли перекрестную проверку: часть работ учащихся нашего региона отправляли на проверку в другой регион, а на проверку в нашу комиссию приходили работы других регионов.

2. Основные результаты ЕГЭ по физике в 2014 г.

В Свердловской области (СО) ЕГЭ по физике сдавали 4747 человек. Это существенно ниже прошлогоднего (5892 человек). По степени массовости физика по-прежнему является четвертым предметом после обязательных экзаменов по математике и русскому языку и обществознания (предмет по выбору) как в Российской Федерации¹, так и в Свердловской области. В 2014 году экзамен по физике писало около 24% выпускников, что находится на уровне общего количества участников Свердловской области в 2013 году. Экзамен по физике сдавали выпускники 645 образовательных учреждений, что существенно меньше по сравнению с прошлым годом (794), из них около 25% расположены в сельской местности. Выбор экзамена выпускниками напрямую связан с перечнем вступительных испытаний в учреждения высшего профессионального образования. Среди участников ЕГЭ по физике в Свердловской области в 2014 году 80% составили юноши, что обусловлено планируемым продолжением образования в вузах физико-технического профиля.

Оценку результата выполнения экзаменационных работ проводили по нескольким показателям. Наиболее значимыми являются первичный балл (сумма баллов, набранных за выполнение каждого задания экзаменационной работы) и тестовый балл, полученный при переводе первичного балла в 100-балльную шкалу, установленную Рособрнадзором в 2014 г.

В таблицах 1 и 2 приведены итоги ЕГЭ по физике 2013 и 2014 гг. по тестовым баллам в сравнении с 2010 - 2012 гг., а на рис.1 и 2 показано распределение тестируемых по тестовым баллам, полученным экзаменуемыми в 2013 и 2014 гг. На рисунке 3 представлен сравнительный анализ распределения тестовых баллов, полученных участниками ЕГЭ Свердловской области за шесть лет.

К сожалению, распределение участников ЕГЭ по полученным тестовым баллам в Российской Федерации и Свердловской области по итогам экзамена 2014 года сравнить невозможно, поскольку федеральная комиссия отчета не представила. Несмотря на то, что число (процент) учащихся, работы которых

оценены на 40-60 баллов, несколько повысился, не произошло существенного изменения в его характере по сравнению с аналогичным распределением прошлого года. Полученный в 2014 году учащимися на экзамене средний балл несколько ниже прошлогоднего, тем не менее, он выше, нежели в 2009, 2011 и 2012 гг. (таблица 3). Положительным моментом является также тот факт, что в 2014 средний балл в Свердловской области на 6,7% выше среднего по РФ (45,8). Балл выше среднего по региону набрали 1845 чел, что составляет 41% от общего количества экзаменуемых по предмету, не менее 80 баллов набрали 182 человека (3,83%), в их числе 9 человек, набравших максимальный балл.

Таблица 1. Распределение (%) участников ЕГЭ по полученным тестовым баллам в 2013 и 2014 гг.

| Интервал тестовых баллов | | 0-9 | 10-19 | 20-29 | 30-39 | 40-49 | 50-59 | 60-69 | 70-79 | 80-89 | 90-99 | 100 |
|--------------------------|----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 2013 | СО | 0 | 0,53 | 2,90 | 12,8 | 26,9 | 26,4 | 15,8 | 7,8 | 4,7 | 2,2 | 0,04 |
| 2014 | СО | 0 | 0,40 | 3,79 | 19,0 | 38,9 | 20,8 | 8,1 | 4,6 | 2,15 | 2,11 | 0,2 |

Таблица 2. Распределение (%) участников ЕГЭ по полученным тестовым баллам в 2010 - 2012 гг.

| Интервал тестовых баллов | | 0-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | 41-50 | 51-60 | 61-70 | 71-80 | 81-90 | 91-100 |
|--------------------------|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 2012 | РФ | 0,3 | 1,8 | 7,8 | 12,8 | 44,1 | 20,8 | 6,5 | 3,6 | 1,8 | 0,5 |
| | СО | 0,3 | 3,7 | 12,5 | 20,2 | 42,4 | 13,9 | 3,9 | 2,1 | 0,8 | 0,3 |
| 2011 | РФ | 0,2 | 1,6 | 5,6 | 9,7 | 36,4 | 25,2 | 9,5 | 6,2 | 3,9 | 1,6 |
| | СО | 0,2 | 2,5 | 13,4 | 20,9 | 36,7 | 14,8 | 6,0 | 3,0 | 2,0 | 0,6 |
| 2010 | РФ | 0,1 | 0,2 | 1,5 | 17,6 | 31,8 | 29,2 | 13,9 | 4,6 | 0,8 | 0,2 |
| | СО | 0 | 0,09 | 1,16 | 19,5 | 32,7 | 25,0 | 14,6 | 5,9 | 1,0 | 0,2 |

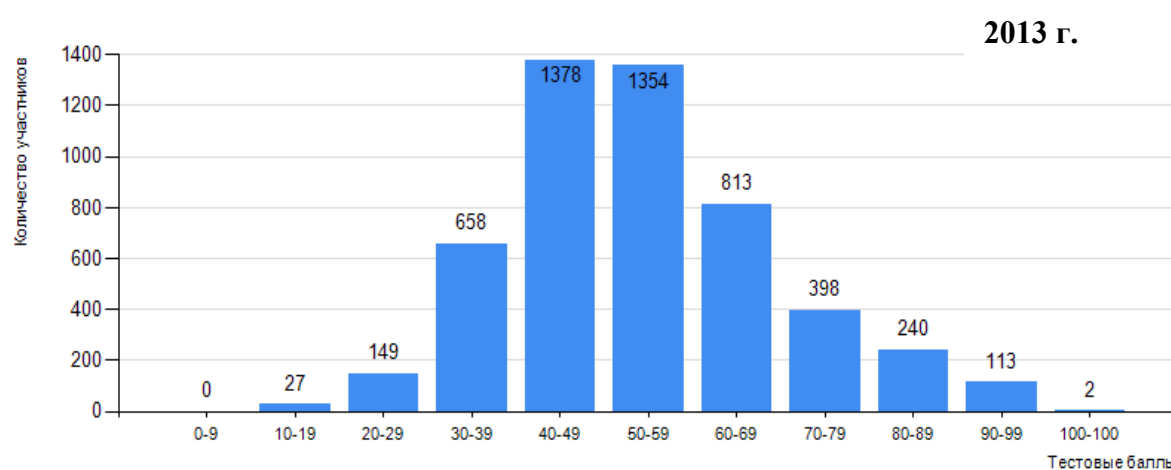
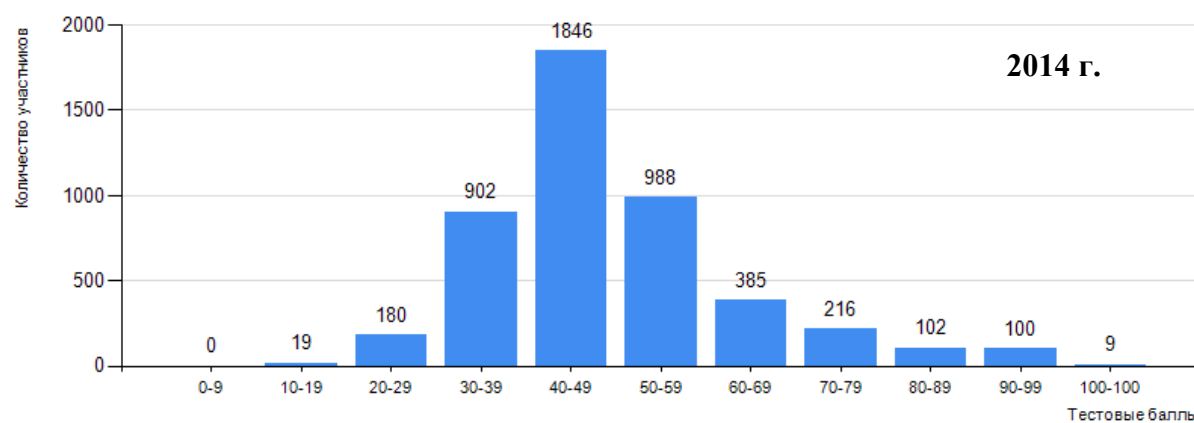


Рис. 1.

Распределение количества учащихся по полученным тестовым баллам

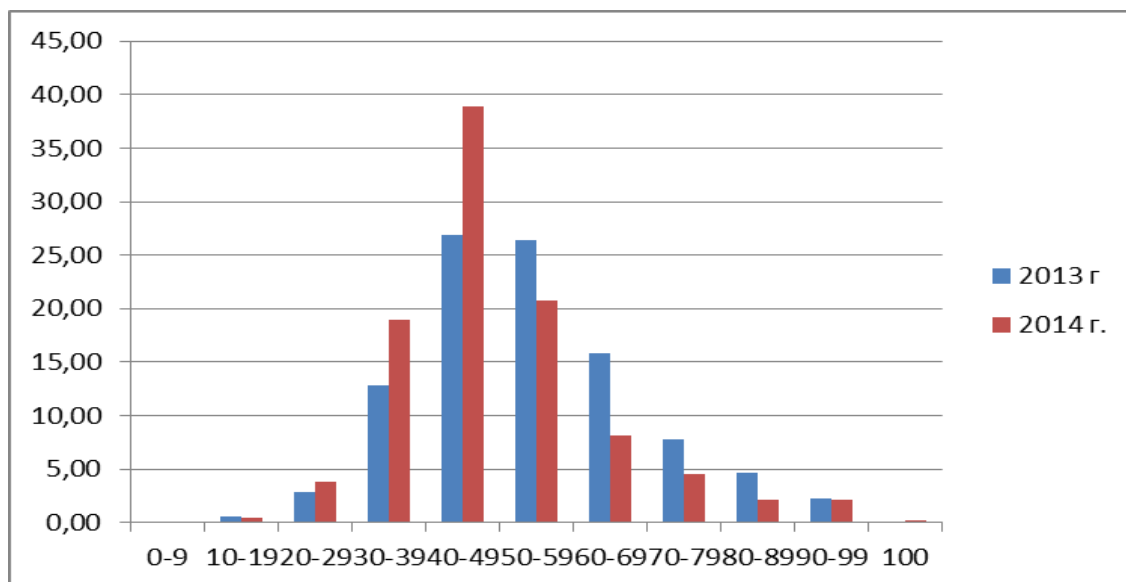
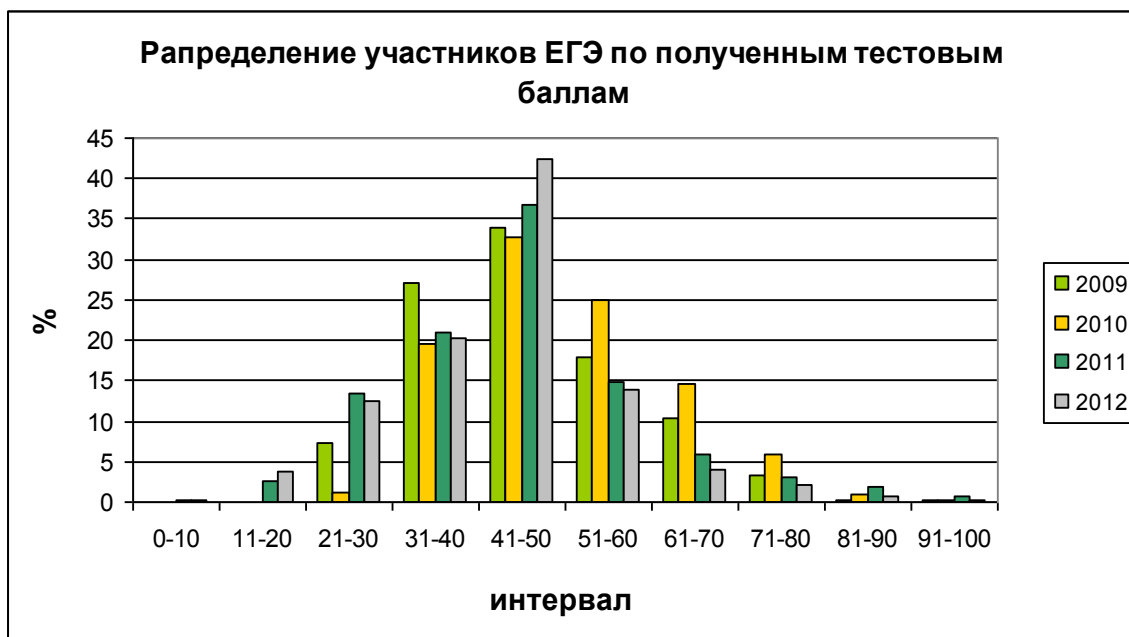


Рис. 2. Распределение учащихся (в %) по полученным тестовым баллам

Таблица 3. Средние показатели выполнения заданий ЕГЭ

| год | 2014 | 2012 г. | 2011 г. | 2010 г. | 2009 г. |
|---|------|---------|---------|---------|---------|
| Количество верно выполненных заданий | 17,0 | 16,8 | 17,9 | 20,0 | 17,9 |
| Процент верно выполненных заданий | 48,7 | 33,5 | 34,6 | 40,0 | 35,8 |
| Количество верно выполненных заданий типа А | 14,7 | 12,3 | 12,8 | 14,9 | 13,2 |
| Количество верно выполненных заданий типа В | 1,77 | 2,7 | 3,7 | 2,7 | 2,7 |
| Количество верно выполненных заданий типа С | 0,57 | 1,8 | 1,4 | 2,4 | 1,9 |
| Итоговый балл | 48,8 | 42,9 | 44,7 | 51,5 | 46,4 |

Результаты, представленные в таблице 3, показывают, что в 2014 году по сравнению с 2009 -2012 гг. произошло снижение количества верно выполненных заданий части В и С, а повышение балла определяется лишь выполнением наиболее простых заданий базового уровня.

Минимальное количество первичных баллов и баллов по 100-балльной шкале («порог успешности») по физике в 2014 году, также как в 2012 и 2013 гг., составили 11 и 36 баллов соответственно. В Свердловской области «порог успешности» не преодолели 10,3% от общего числа участников, что несколько ниже прошлогоднего (табл. 4).

Таблица 4

| год | Не преодолели «порог успешности» | |
|------|----------------------------------|--------------------|
| | Количество участников | Доля участников, % |
| 2012 | 1412 | 22,6 |
| 2013 | 611 | 10,9 |
| 2014 | 462 | 10,3 |

3. Анализ успешности выполнения заданий по физике в 2014 г.

Проанализируем успешность выполнения заданий части А участниками ЕГЭ 2014 года. На рисунке 3 представлен процент правильно выполненных заданий части А всеми категориями учащихся. Для сравнения представлена аналогичная диаграмма, отражающая результаты прошлого года. По-прежнему успешность решения задач части А различна для разных категорий. Несущественно различаются результаты выполнения заданий учащимися всех категорий и общеобразовательных учреждений, поскольку они составляют ~90% от участников ЕГЭ. Из рисунка 3 видно, что успешность решения задач части А в 2014 году, за исключением задачи 25, превышает 40%. Этот результат сравнительно ниже прошлогоднего, где успешность решения задач части А, за исключением задач 21 и 25, была выше 50%. Тем не менее, по этим данным нельзя сделать вывод о том, что уровень подготовки выпускников в 2014 году ниже.

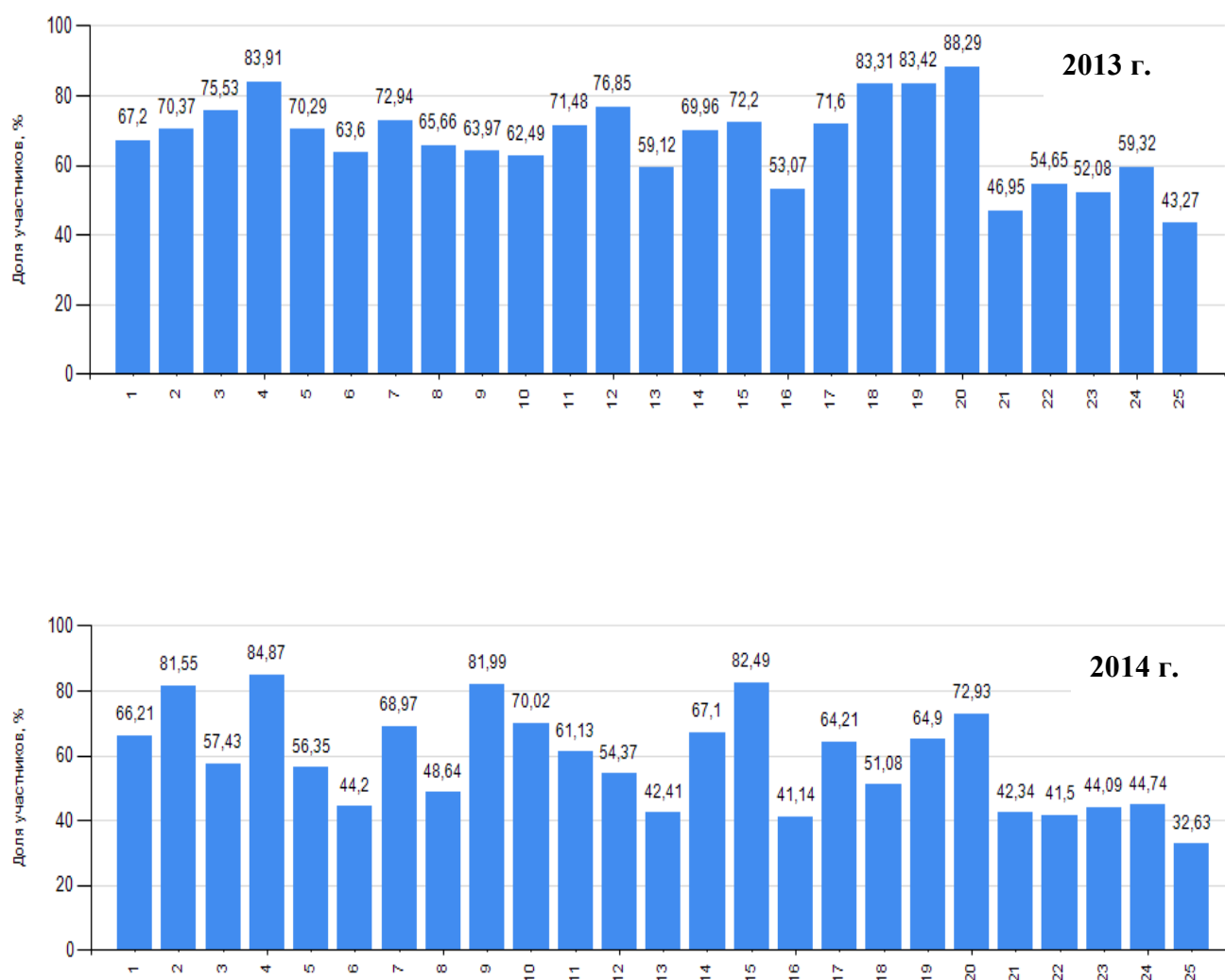


Рис. 3. Статистика ответов на задания части А

На рисунках 4 и 5 представлены результаты анализа степени сбалансированности вариантов ЕГЭ 2012 года в целом и распределение по вариантам доли учащихся, не преодолевших порога успешности. Видно, что для вариантов ЕГЭ в целом имеет место существенный дисбаланс уровней сложности. Наиболее сложными являются варианты 202, 206 и 215 основного дня и варианты 503 и 504 резервного дня. Из рисунка 5 видно, что для этих вариантов имеет место наибольшая доля учащихся, не преодолевших порог успешности, которая составляет в этом случае (28 – 31)%.

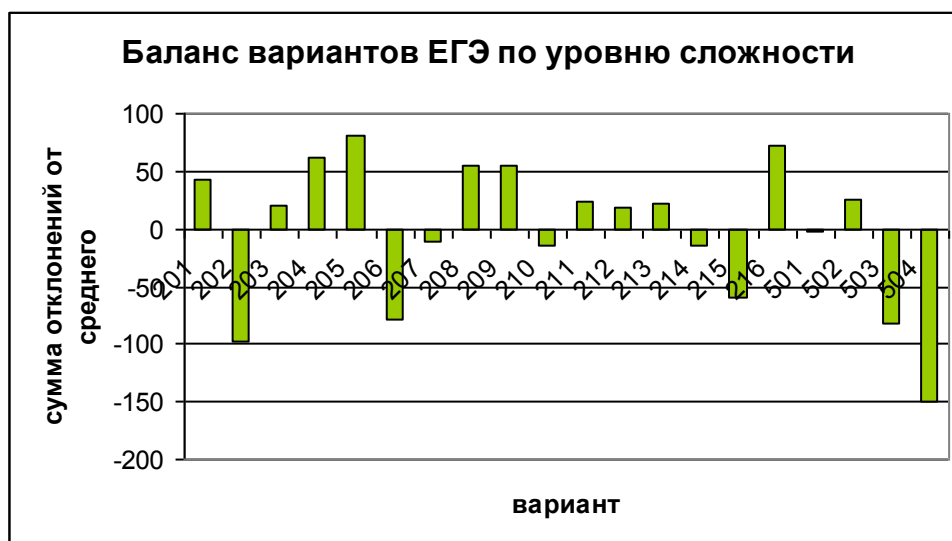


Рис. 4

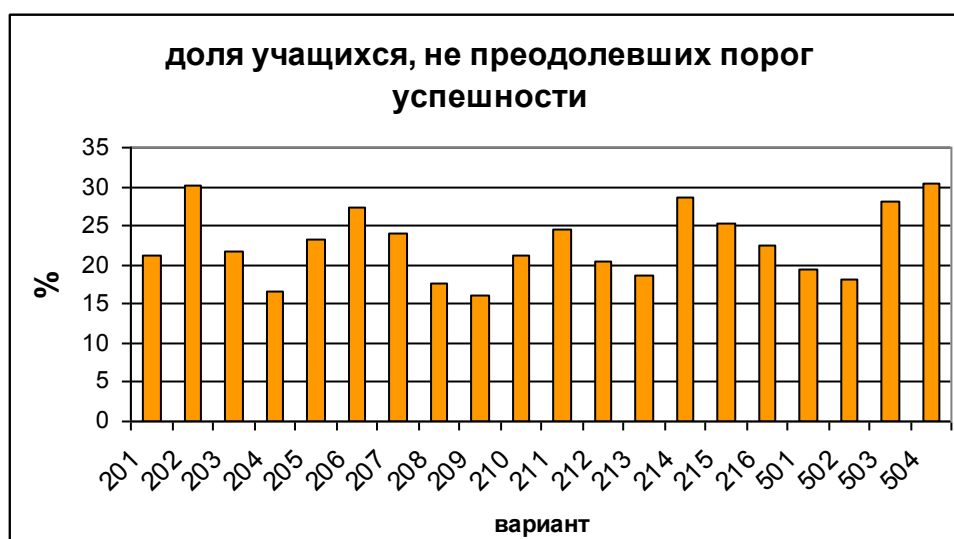


Рис. 5

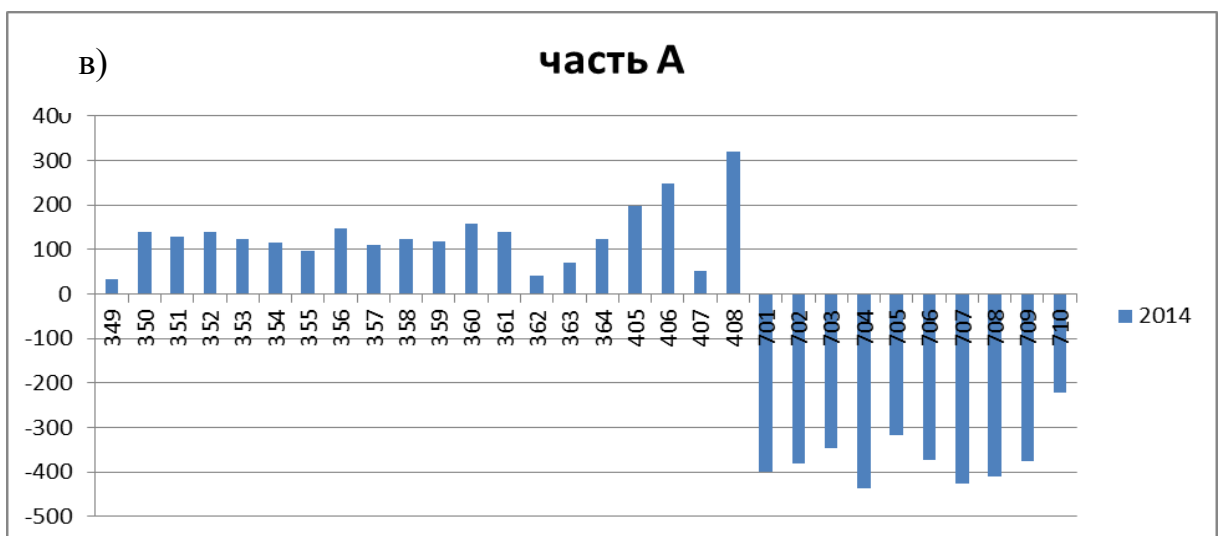
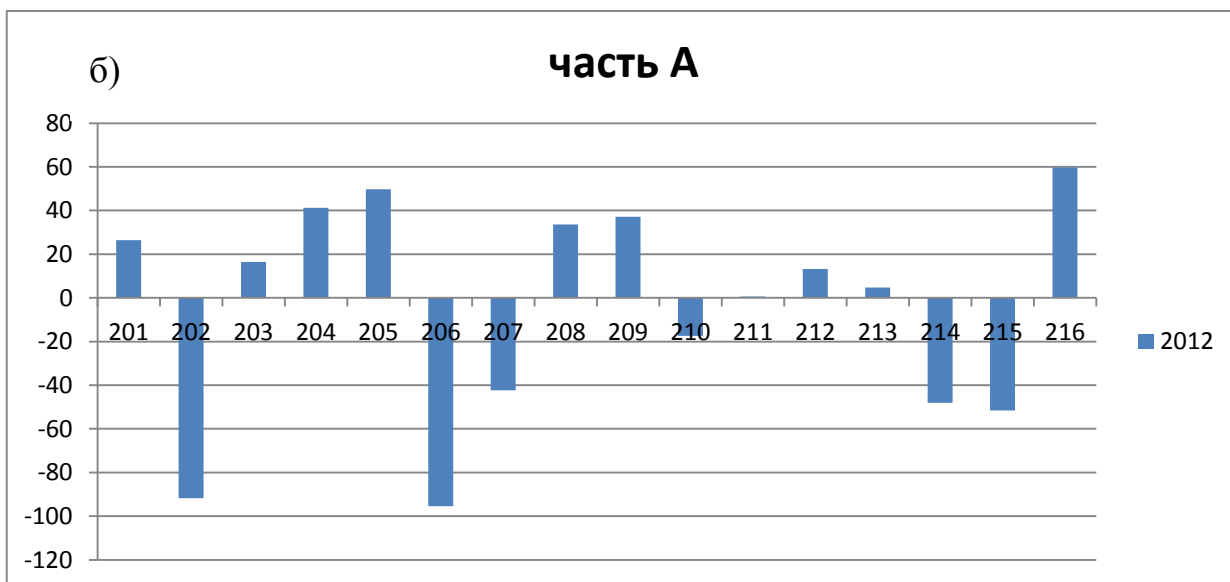
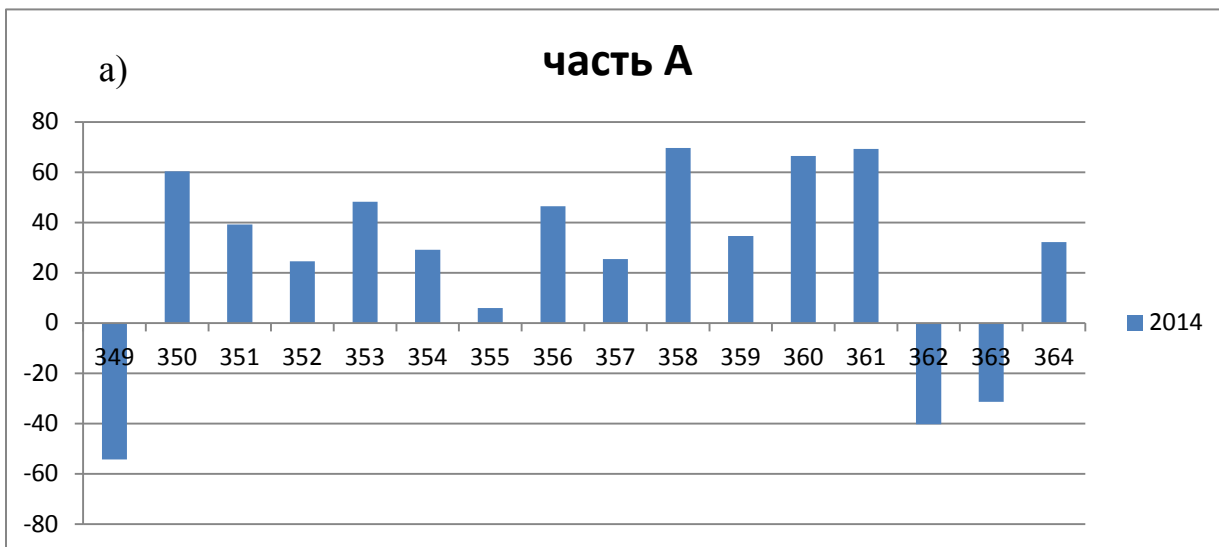


Рис. 6. Баланс части А вариантов ЕГЭ по уровню сложности

Поскольку успешность выполнения заданий разных вариантов зависит не только от уровня подготовки ученика, но и от степени идентичности уровня их сложности, проанализируем сбалансированность части А предложенных в 2014 году вариантов. Мерой степени сбалансированности всех вариантов может служить сумма процентов отклонений верных решений всех заданий варианта от среднего по каждому заданию всех вариантов, которая отложена по оси ординат диаграммы, изображенной на рисунке 6. Отрицательные значения суммы отклонений от среднего характеризуют задания с повышенным уровнем сложности. Видно, что степень сложности первой части вариантов, предлагаемых участникам ЕГЭ, различна. В рамках одной серии вариантов (349 – 364), предложенных для решения выпускникам Свердловской области в 2014 году наиболее сложными оказались 349, 362 и 363 варианты. Сравнение дисбаланса уровней сложности части А внутри одной серии для разных серий вариантов: (349 – 364) 2014 г. и (201 – 216) 2012 г. показывает, что уровень сложности части А вариантов 2012 г. выше. На рис. 6в представлено сравнение дисбаланса уровней сложности трёх серий вариантов: (349 – 364), (405 – 408) и (701 – 710). Видно, что уровень сложности третьей серии вариантов существенно выше.

Представления об успешности выполнения заданий части В участниками ЕГЭ 2014 года дает диаграмма, изображенная на рисунке 7.

Задание части В считается выполненным, если оно оценивается двумя балами. Видно, что успешность выполнения заданий части В в 2014 году несколько ниже успешности выполнения заданий части А и находится в интервале от 36 до 68%. Тем не менее, нижняя граница интервала выполнения заданий сдвинута в область более высоких значений по сравнению с 2013 г. (от 28,3 до 67,6%). Наиболее сложными для экзаменующихся заданиями части В КИМов ЕГЭ 2014 года являются задания В2 и В3, задания В1 и В4 выполнены учащимися более успешно.

Анализ сбалансированности части В вариантов ЕГЭ 2014 года по уровню сложности в рамках одной серии вариантов, представленный на рисунке 8, показывает, что и эта часть заданий существенно разбалансирована. На первый взгляд дисбаланс уровня сложности части В в 2014 году несколько меньше, чем в 2012. Тем не менее, варианты 355 и 359 намного легче, а сложность вариантов 356, 357, 360 и 362 находится на уровне наиболее сложных вариантов 202 и 215 2012 года. Сравнение уровней сложности вариантов разных серий, приведенное на рис.8, показывает, что и задания части В вариантов (700-710) также намного сложнее соответствующих заданий вариантов (349-364) и (405-408).

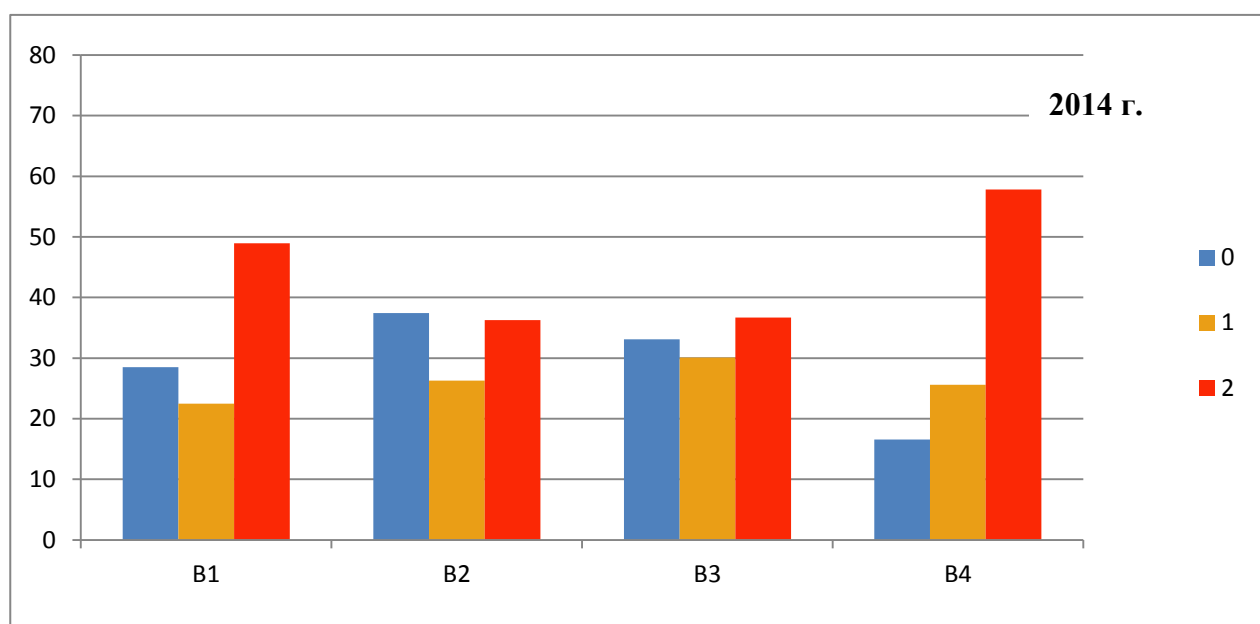
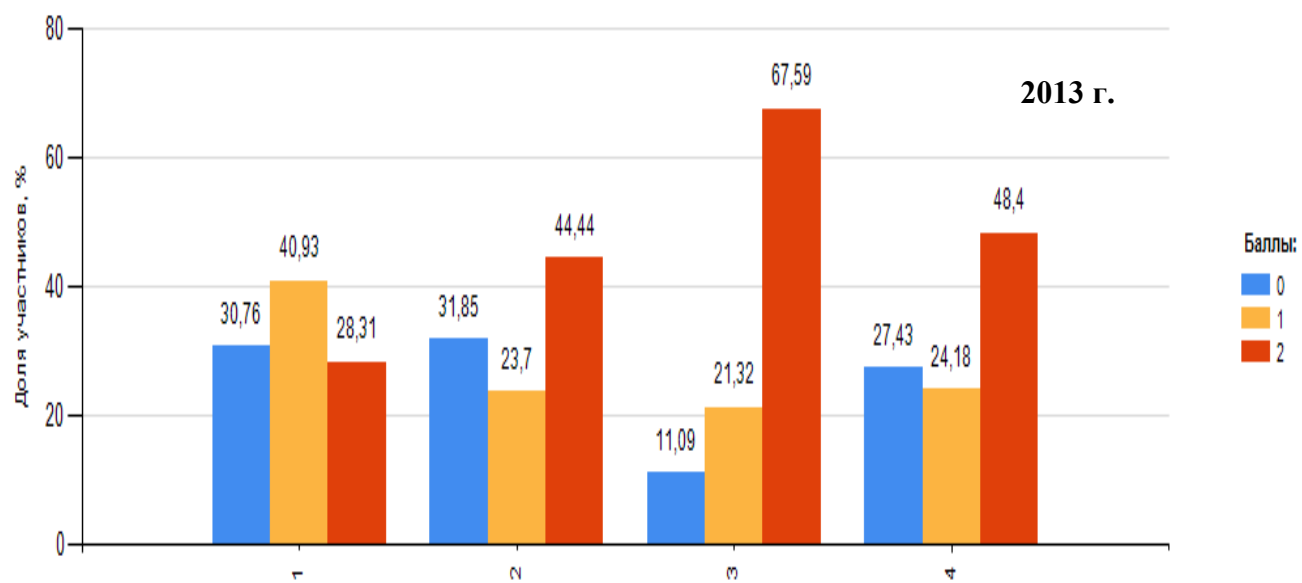


Рис. 7. Статистика ответов на задания части В.

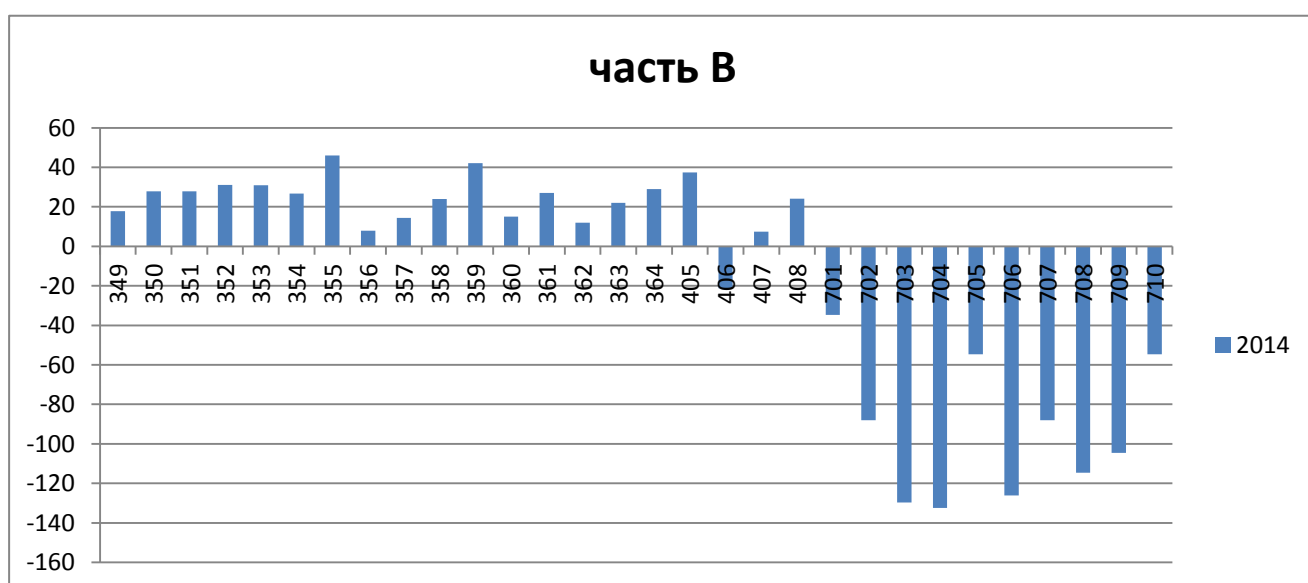
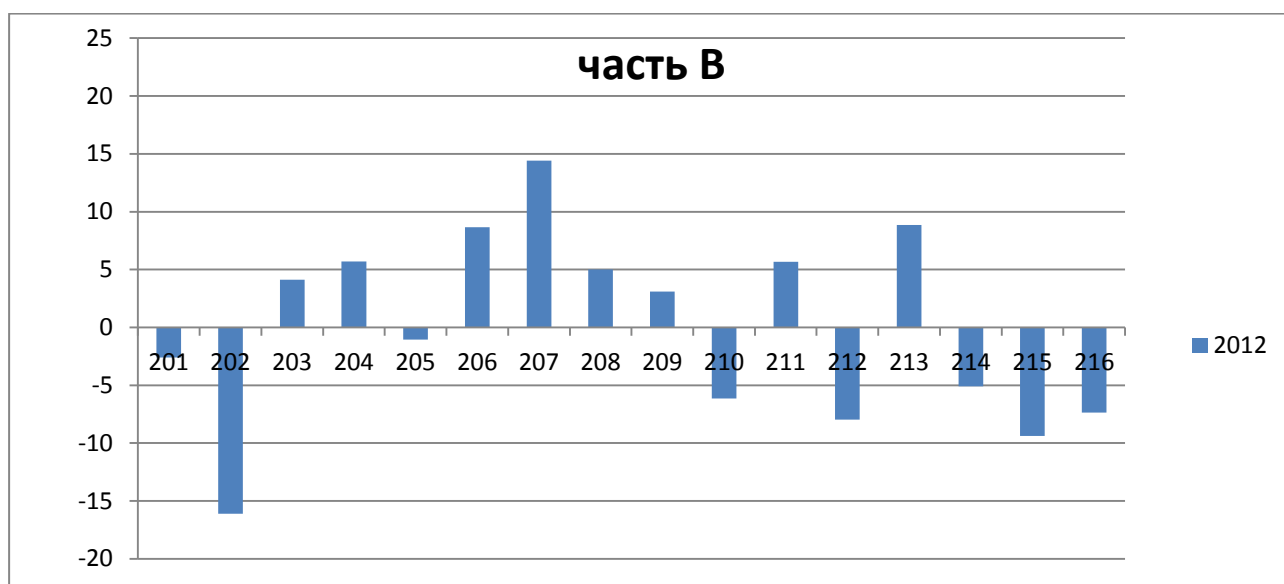
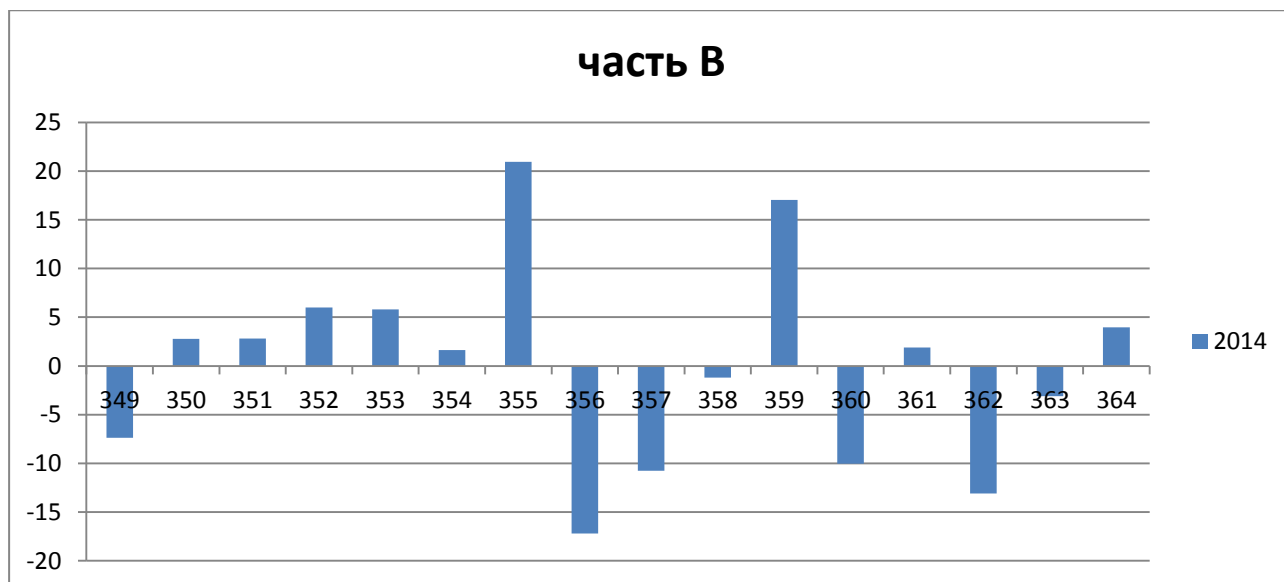


Рис. 8. Баланс части В вариантов ЕГЭ по уровню сложности

Анализ результативности выполнения заданий части С участниками ЕГЭ по физике 2013 года представлен в таблице 5 и на рисунке 5. Задача части С считается решенной, если учащийся получает за решение задачи 2 или 3 балла.

Таблица 5

| Участников всего | Не приступило к выполнению части С | | Приступило к выполнению части С | | Получили за выполнение части С больше 0 баллов | |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------|---|--------------------------|
| | Кол-во | % от общего кол-ва | Кол-во | % от общего кол- ва | Кол-во | % от общего кол-ва |
| 4747 | 1427 | 30,06 | 3320 | 69,94 | 2041 | 43 |

Успешность решения заданий части С в 2014 году составляет от 6,8 до 16%. Границы аналогичного интервала 2013 года шире и составляют (3,8 – 21)%. Тем не менее, эти результаты нельзя считать высокими, учитывая тот факт, что умение решать задачи является залогом успешной учебы в вузах, где физика является профильным предметом.

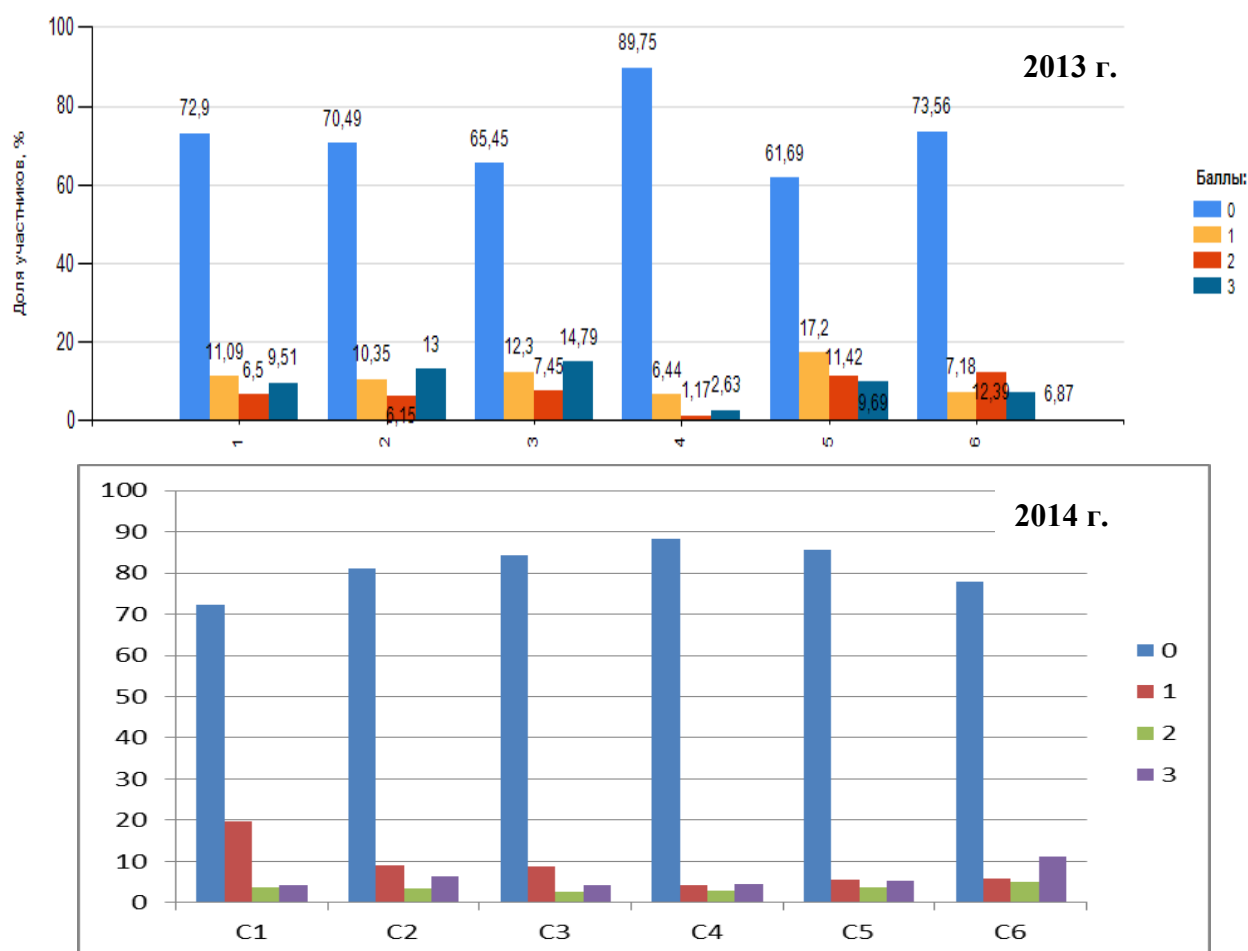


Рис. 9. Статистика ответов на задания части С

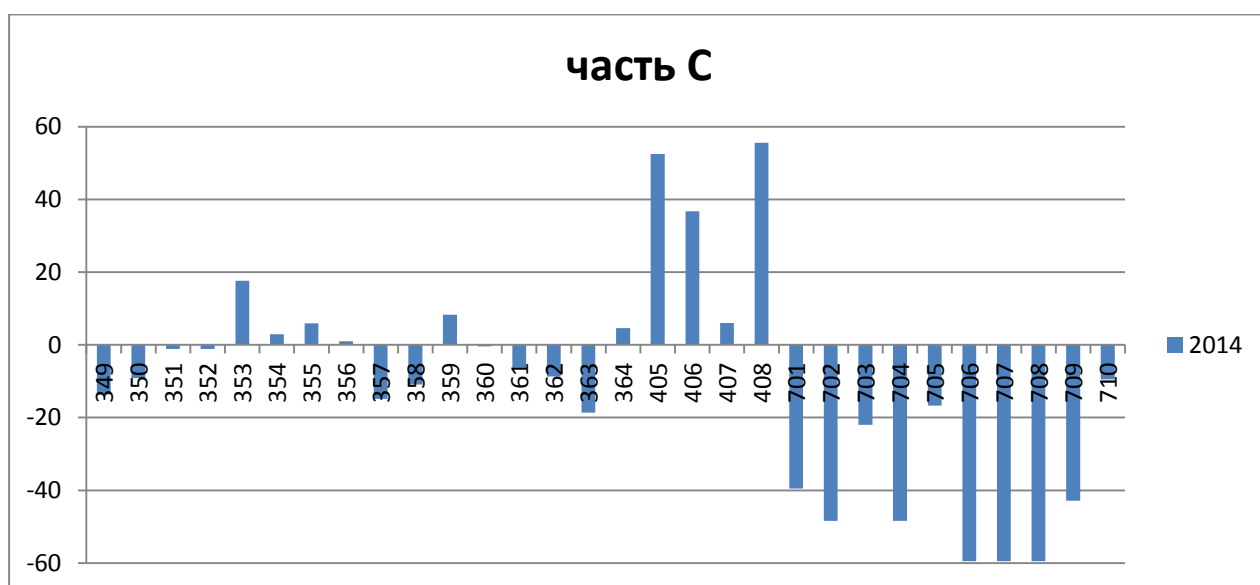
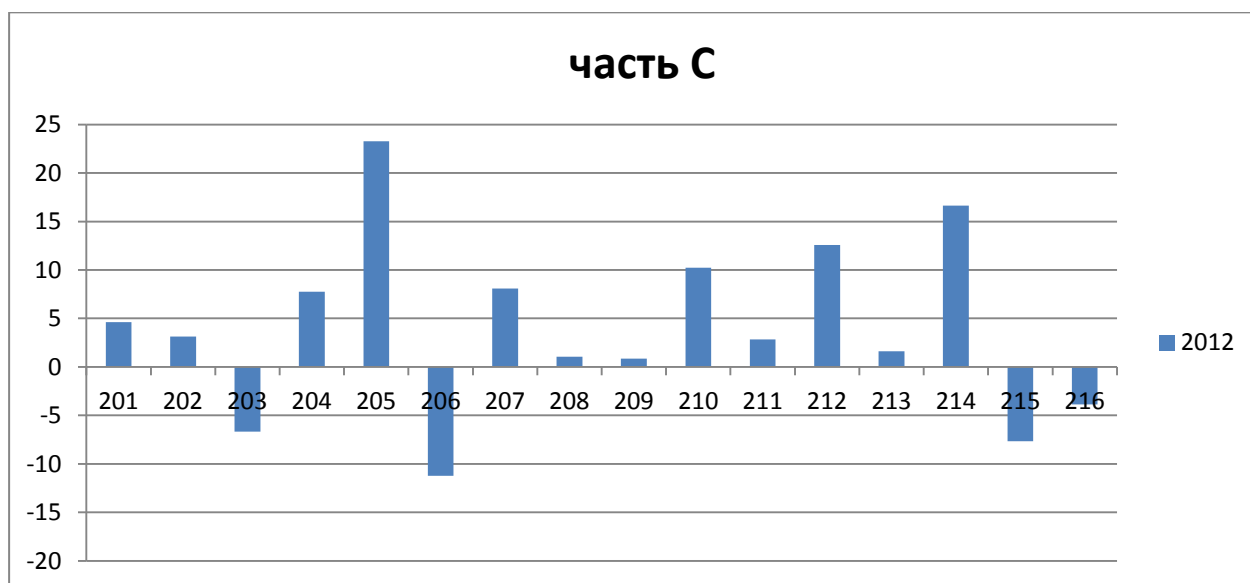
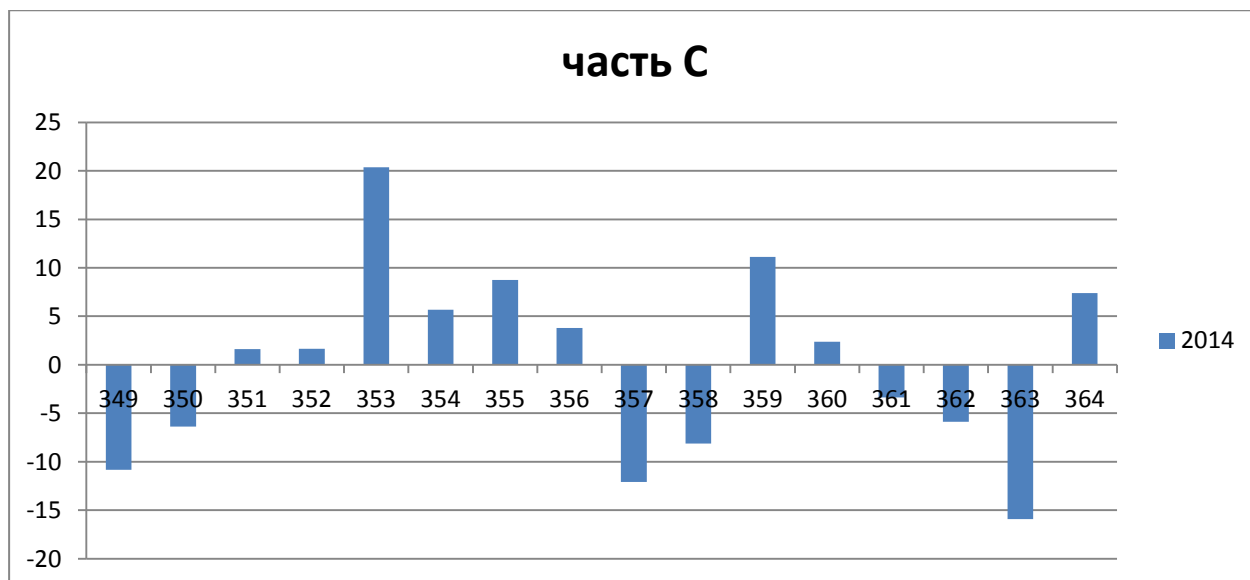


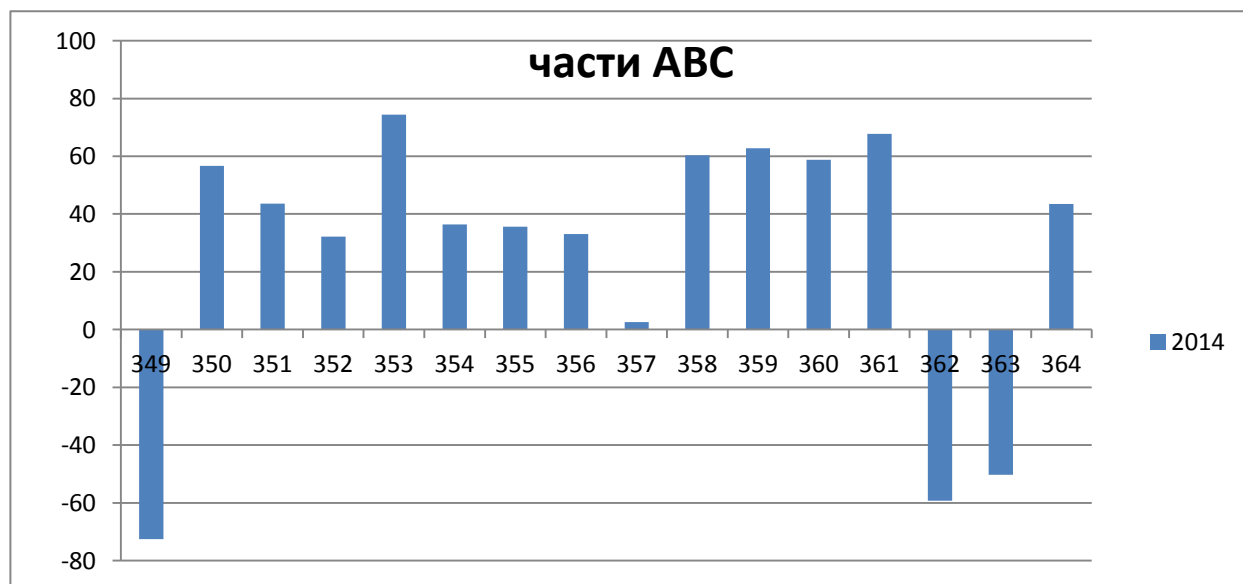
Рис. 10. Баланс части С вариантов ЕГЭ по уровню сложности

Результаты дисбаланса уровней сложности части С вариантов ЕГЭ представлены на рисунке 10. Из рисунка видно, что внутри одной серии вариантов части С в 2014 году, также как и в 2012, имеет место существенный дисбаланс уровней сложности. 353 и 359 варианты являются наиболее легкими. 349, 357 и 363 варианты оказались более сложными в части С. Заметим, что и уровень сложности части В варианта 359 также был ниже, а 357 – выше.

На рисунке 11 представлен дисбаланс уровня сложности варианта в целом внутри одной серии и сравнительный анализ по трем сериям вариантов. Видно, что при наличии существенного дисбаланса во всех случаях, варианты (349-364), предложенные участникам ЕГЭ по физике в 2014 году существенно легче вариантов (201-216) 2012 года, а уровень сложности вариантов (701-710) в значительной степени преобладает.

Выделение групп учащихся с разным уровнем подготовки, представленное в таблице 6, показало, что по результатам экзамена 2014 г. 70,5% учащихся Свердловской области имеют базовый и низкий уровни подготовки. Положительным моментом является уменьшение этого показателя на 13% по сравнению с 2012 годом (83,5%). В 2014 году в процентном отношении в Свердловской области для групп учащихся с низким и базовым уровнем подготовки достигнут уровень 2012 года Российской Федерации. Тем не менее, большая часть выпускников Свердловской области попадает именно в эти группы, что создает серьезную проблему для высших учебных заведений технического профиля. Важным результатом является также и тот факт, что из 29,5% выпускников с повышенным и высоким уровнем подготовки большая часть (15,4%) показала уровень знаний, соответствующий группе высокого уровня. Тем не менее, 29,5% составляют около 1400 человек, что не покрывает возможности образовательной деятельности вузов Екатеринбурга и Свердловской области.

Таблица 6



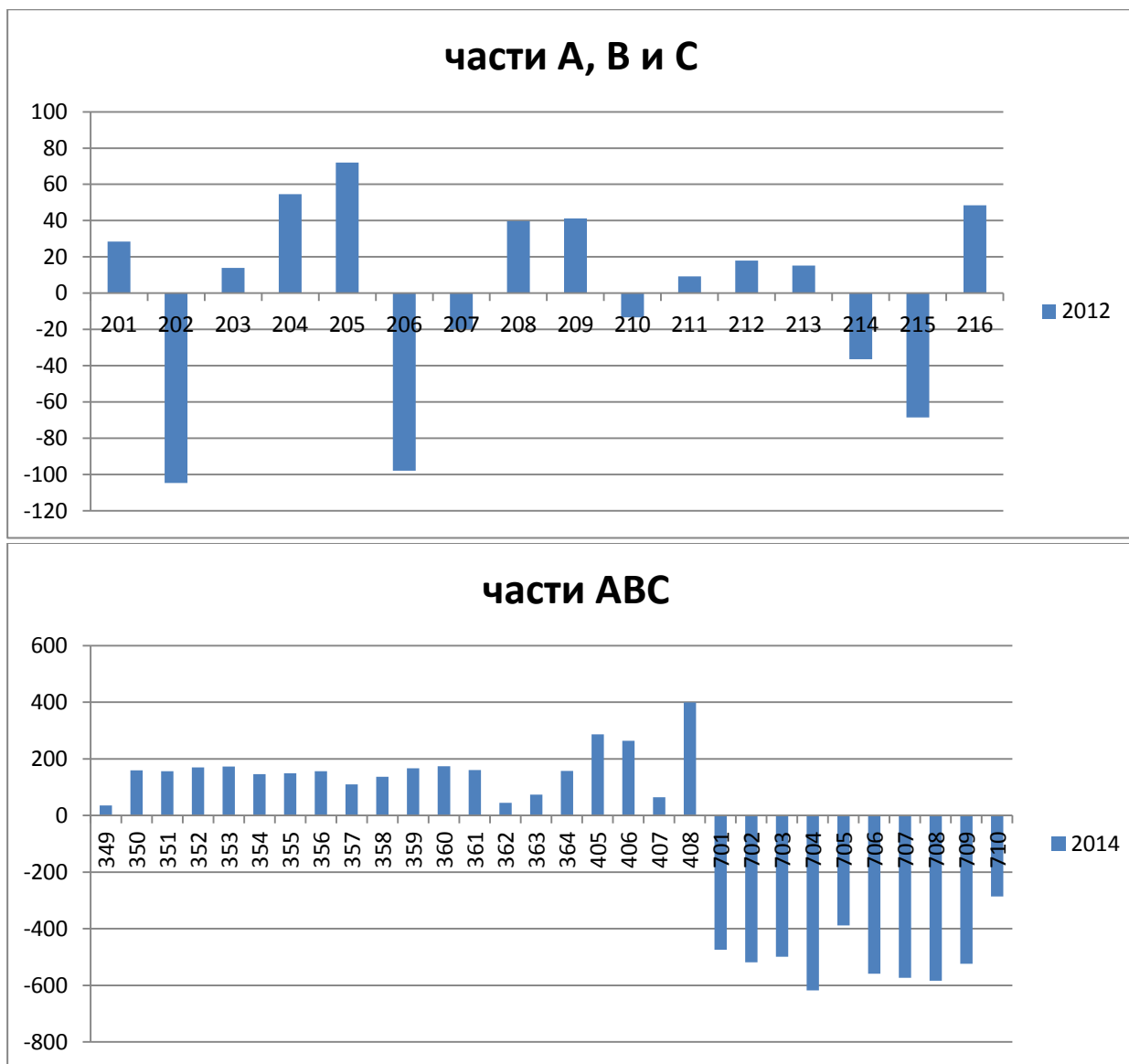


Рис. 11. Баланс вариантов ЕГЭ по уровню сложности

3. Анализ выполнения заданий участниками ЕГЭ

К сожалению, дать развернутый анализ успешности решения задач по Свердловской области и проанализировать основные ошибки, допущенные учащимися СО, в настоящем году не представляется возможным. Поэтому остановимся на основных проблемах по результатам анализа успешности выполнения заданий по Российской Федерации, используя предоставленные ФИПИ материалы, в основном, «Методические рекомендации по некоторым аспектам совершенствования преподавания физики» (на основе анализа типичных затруднений выпускников при выполнении заданий ЕГЭ) М.Ю. Демидовой. Федеральная комиссия подводила итоги по видам деятельности: овладение основным понятийным аппаратом школьного курса физики, освоение методологических умений и решение задач.

Освоение понятийного аппарата проверялось в КИМах ЕГЭ заданиями с выбором ответа части 1 работы и заданиями с кратким ответом части 2. Оценивали три группы умений: анализ физических явлений и описание процессов с использованием физических величин; понимание смысла физических величин и законов, основных физических принципов и постулатов; понимание смысла физических моделей.

Наиболее высокие результаты по узнаванию явлений или условий их протеканий получены для заданий с выбором ответа, оценивающих взаимодействие постоянных магнитов (71%), узнавание явлений дисперсии и дифракции (85%) и явлений плавления, кипения и кристаллизации (78%), изображение в плоском зеркале (85%) и изображение в линзах (82%). Тем не менее, экзаменуемые испытывали затруднения при вычислении оптической силы линзы (49% выполнения). Задания по вычленению верного описания различных свойств явлений выполнены с меньшей результативностью: диффузия и броуновское движение (54%); кристаллизация и плавление (62%); влажность воздуха (64%); интерференция света (55%). Наибольшей сложностью отличались задания на сопоставление описания реального процесса с одним из изо процессов в газах. В связи с этим рекомендуется чаще включать в учебный процесс анализ реальных жизненных ситуаций.

В заданиях с кратким ответом, направленных на проверку умения применять физические величины для анализа различных физических процессов, требовалось определить характер изменения трех различных физических величин. Ниже представлены средние проценты тестируемых, набравших за задание 2 балла по следующим темам: движение тела, брошенного горизонтально – 33%; движение тела по наклонной плоскости – 20%; изо процессы, процессы в газах – 48%; зарядка конденсатора, подключенного к источнику тока – 18%; дифракция

света – 10%; явление фотоэффекта – 18%; ядерные реакции – 38%. Процент выполнения полностью верного решения задач этого типа сравнительно невысок, но для группы экзаменуемых со средним уровнем подготовки имеет место достаточно высокий процент получения 1 балла при частично верном ответе.

Задания на проверку понимания смысла физических величин и законов были подобраны таким образом, чтобы диагностировать усвоение содержательных элементов на уровне узнавания формул и их применения при расчетах в простых ситуациях. Основные группы заданий такого типа: проверка понимания формулы или закона с использованием простейших расчетов; проверка понимания формулы и закона с использованием графиков; определение направления или значения величины с использованием схематических рисунков. При проверке понимания формулы или закона с использованием простейших расчетов наиболее результативным оказалось выполнение заданий по следующим темам: ускорение – 88% выполнения; законы Ньютона – 74%; сила упругости, сила трения – 72%; кинетическая и потенциальные энергии – 84%; средняя кинетическая энергия теплового движения частиц – 68%; закон всемирного тяготения – 60%; уравнение состояния идеального газа – 66%; внутренняя энергия идеального газа – 69%; закон Кулона – 71%; закон Ома для участка и для полной цепи – 80%; магнитный поток – 69%; период и частота колебаний в колебательном контуре – 69%. По следующим темам отмечается от 50 до 61% выполнения: гидростатическое давление, сила Архимеда – 45%; период колебаний маятников – 56%; влажность воздуха – 60%; закон Джоуля – Ленца – 58%; ЭДС в движущемся проводнике – 56%; показатель преломления света – 61%; энергия кванта света – 51%; уравнение Эйнштейна для фотоэффекта – 59%. Наиболее успешно (выше 65%) выполнены задания с использованием графиков по определению скорости равномерного движения, ускорения равноускоренного движения, на второй закон Ньютона и внутреннюю энергию идеального газа. Результативность выполнения подобных заданий по другим разделам физики существенно ниже. Задания по определению работы идеального газа с помощью графика выполнили около 55% участников, на определение изопроцесса – 42%, на закон радиоактивного распада – 54%. Наибольшие затруднения вызывают задания с использованием схематичных рисунков: определение направления силы Лоренца – 46%; определение направления силы Ампера – 48%; определение плеча силы – 41%. Наиболее низкая результативность решения задач с помощью графиков наблюдается для графиков, описывающих энергии электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки с током в колебательном контуре.

В заданиях с кратким ответом на установление соответствия между графиками и физическими величинами, которые они описывают, и между формулами и физическими величинами, по которым их можно рассчитать, более

высокие результаты получены по определению различных формул. Достигнута следующая успешность (процент участников, получивших 2 балла) для формул физических величины, описывающих: равномерное и равноускоренное движение – 63%; торможение автомобиля с выключенным двигателем – 69%; движение заряженной частицы в магнитном поле – 63%; колебания в колебательном контуре – 42%; преломление света на границе раздела двух сред – 34%.

В 2014 году имела место следующая результативность выполнения заданий на проверку понимания смысла основных физических принципов и постулатов: принцип суперпозиции сил – 72%; закон сохранения энергии в механических процессах – 66%; первый закон термодинамики – 67%; принцип суперпозиции электрических полей – 53%; постоянство скорости света – 65%; постулаты Бора – 43%. впервые за годы проведения ЕГЭ отмечен уровень освоения для заданий, проверяющих постоянство скорости света. Проблемными остаются лишь задания на излучение и поглощение света атомом. Тем не менее, по-прежнему: выпускники не различают разницы в переходах при поглощении и излучении света атомом, неверно соотносят энергию кванта света с его частотой или длиной волны. При выполнении заданий на усвоение закона сохранения импульса около 90% участников ЕГЭ верно определяют изменение импульса силы или изменение импульса, пользуясь формулой $F\Delta t = m\Delta v$, около 65% умеют находить примерное направление результирующего импульса после удара. По-прежнему низкий результат показывают экзаменуемые по определению модуля импульса в результате векторных операций.

Одно задание в каждом варианте проверяло понимание смысла физических моделей: контролировало усвоение модели строения газов, жидкостей и твердых тел или планетарной модели строения атома. Применительно к первой модели в заданиях требовалось определить свойства, которые можно объяснить теми или иными особенностями строения газов, жидкостей и твердых тел. Успешность выполнения этой группы заданий составила 58%.

Проверка различных методологических умений, связанных с проведением измерений и опытов показала следующий результат: определение физических величин, необходимых для проведения косвенных измерений, – 70%; снятие показаний измерительных приборов – 64%; запись результатов прямых измерений с учетом абсолютной погрешности – 60%; выбор установки для проведения опытов по заданной гипотезе – 68%; формулировка выводов по результатам опыта, представленных в виде таблицы, – 64%; определение коэффициента пропорциональности по данным опыта, представленных в виде графика (с учетом абсолютных погрешностей измерений), – 47%; интерпретация результатов опыта – 56%. Видно, что в целом задания на проверку методологических умений не вызывают существенных трудностей. Тем не менее, некоторые затруднения

вызывают те задания, которые проверяют умение строить графики по экспериментальным точкам, заданным с учетом погрешностей.

Третья часть работы проверяла навыки решения задач. Успешность решения задач с выбором ответа составила от 35% до 67%. Наиболее высокие результаты продемонстрированы для задач повышенного уровня по механике, а наиболее низкие – по квантовой физике. Среди задач по механике трудности вызвали задания по статике. Наиболее высокие результаты отмечены для заданий по молекулярной физике и термодинамике на тепловой баланс (62–64% выполнения). Достаточно успешно экзаменуемые выполняли задачи По электродинамике на определение суммарной напряженности электрического поля двух точечных зарядов (54%). Типичной ошибкой, встречающейся у 25–28% участников ЕГЭ по физике, являлось определение направления вектора напряженности электрического поля в зависимости от знака заряда. Достаточно высокие результаты получены и для задач на движение заряженной частицы в магнитном поле. Наиболее сложными в этом разделе оказались задания на равноускоренное движение частицы в электрическом поле и применение формулы линзы.

При решении качественных задач требовалось объяснить какой-либо физический процесс, наблюдаемый в описываемом в задаче опыте. Ниже приведена успешность выполнения этих заданий: процент учащихся, получивших в 2 или 3 балла за решение: определение направления вектора ускорения колеблющегося тела – 10,7%; движение поршня относительно сосуда с идеальным газом, находящегося в равноускоренно движущемся лифте, – 3,3%; изменение периода колебаний заряженного маятника, помещенного над бесконечной заряженной плоскостью, – 6,5%; объяснение зависимости напряжения на концах проводника от площади его поперечного сечения – 7,3%; определение различий в давлении света на зеркальную пластинку и пластинку, покрытую сажей, – 4,2%. Анализ результатов показывает, что полное верное объяснение с указанием на используемые при объяснении физические явления и законы удастся привести небольшой части участников экзамена. При этом между 2 и 3 баллами проценты в задачах распределяются примерно одинаково.

Высокие результаты для расчетных задач с развернутым ответом получены для следующих групп заданий: движение тела под углом к горизонту с учетом использования закона сохранения энергии – 18%; плавание тела на границе раздела двух жидкостей – 29%; применение первого закона термодинамики к циклическим процессам – 14%; расчет цепей с последовательным и параллельным соединением проводников – 19%; определение энергии конденсатора, включенного в цепь постоянного тока, – 35%.

4. Изменения, касающиеся ЕГЭ по физике в 2015 году

В соответствии с информацией, предоставленной М.Ю. Демидовой в работе «Методические рекомендации по некоторым аспектам совершенствования преподавания физики» (на основе анализа типичных затруднений выпускников при выполнении заданий ЕГЭ), в 2015 году произойдут существенные изменения, касающиеся ЕГЭ по физике.

4.1. Изменения в контрольно-измерительных материалах

При сохранении контролируемого содержания и общих подходов к оценке наиболее значимых для предмета видов деятельности будет изменена структура КИМ ЕГЭ. Работа будет состоять из двух частей, поскольку введение новой формы бланка ответов № 1 предполагает отсутствие необходимости группировать задания в зависимости от формы записи ответа. В часть 1 включены задания разных форм, ответы на которые записываются в бланк ответов № 1, а в конце части 2 предлагаются задания с развернутым ответом, решения которых записываются на традиционном бланке ответов № 2.

В 2015 году общее число заданий КИМ ЕГЭ по физике сокращено с 35 до 32, уменьшено число заданий с выбором ответа более чем в 2,5 раза и более чем в 4 раза увеличено число заданий с кратким ответом. Задания каждого варианта различаются формой и уровнем сложности (базовый, повышенный и высокий). Задания базового уровня проверяют усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов. Задания повышенного уровня проверяют 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. Задания высокого уровня сложности проверяют умение использовать законы и теории физики в измененной или новой ситуации. Часть 1 работы состоит из двух блоков заданий. Первый блок включает 22 задания, которые проверяют освоение понятийного аппарата школьного курса физики, а 10 заданий второго – овладение методологическими умениями. Исходя из тематической принадлежности, задания первого блока сгруппированы следующим образом:

- механика – 7 заданий;
- молекулярная физика – 5 заданий;
- электродинамика – 6 заданий;
- квантовая физика – 4 задания.

Группа заданий по каждому разделу начинается с двух заданий, в которых необходимо выбрать и записать один верный ответ из четырех предложенных, затем идут задания с самостоятельной формулировкой ответа в виде числа, а в конце – задания на изменение физических величин в различных процессах и на

установление соответствия между физическими величинами и графиками или формулами, в которых ответ записывается в виде двух цифр. В новой структуре форма заданий жестко «привязана» к его положению в варианте. Это позволяет более четко установить границы проверяемых элементов содержания для заданий базового уровня сложности. Например, по разделу «Электродинамика» в первой части работы предлагается 6 заданий.

1. Задание 13 с выбором одного верного ответа базового уровня проверяет умение объяснять явления и, соответственно, проверяет понимание явления электризации тел, поведения проводников и диэлектриков в электрическом поле, явления электромагнитной индукции, а также явления интерференции, дифракции или дисперсии света. Во всех заданиях этой позиции нужно выбрать верное объяснение свойств одного из этих явлений.
2. Задание 14 с выбором одного верного ответа базового уровня проверяет умение определять направление силы Кулона и напряженности электрического поля; знание принципа суперпозиции электрических полей (сложение кулоновских сил или напряженностей электрических полей); взаимодействие магнитов, магнитное поле проводника с током, силу Ампера и силу Лоренца).
3. Задания 15 и 16 базового уровня сложности с кратким ответом (самостоятельной записью числового ответа) проверяют различные формулы и законы с использованием простейших расчетов. Первое из этих заданий основывается на элементах тем «Электростатика» и «Постоянный ток» (закон Кулона, сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля – Ленца). Второе задание проверяет знание закона электромагнитной индукции Фарадея, закономерностей, описывающих процессы в колебательном контуре, законов отражения и преломления света, а также построение хода лучей в линзе.
В этих заданиях экзаменуемому предлагается лишь вставить в ответ необходимое число, которое затем переносится в бланк ответов.
4. Задания 17 и 18 с кратким ответом оцениваются максимально в 2 балла и различаются уровнями сложности, одно из заданий по каждой теме относится к базовому уровню, а другое – к повышенному. Задание 17 (на изменение физических величин в процессах) аналогично заданиям В1 или В2 второй части работы 2014 года. Однако в них сокращено число величин, для которых нужно указать изменения, с 3 до 2. Задание 18 – на установление соответствия

между физическими величинами и графиками, или формулами, или единицами измерения величин аналогично заданиям В3 или В4.

Группы заданий по другим разделам оставлены аналогично. В конце первой части экзаменуемым предлагаются 2 задания (одно с выбором одного ответа, а другое с множественным выбором), проверяющие различные методологические умения и относящиеся к разным разделам физики. Задание с выбором ответа направлено на проверку следующих умений:

- запись показаний приборов при измерении физических величин (предлагаются задания по рисункам или фотографиям различных приборов (амперметр, вольтметр, мензурка, термометр, гигрометр). Обучающимся необходимо уметь правильно записывать округленные показания приборов с учетом абсолютной погрешности измерений. Абсолютная погрешность измерений задается в тексте задания: либо в виде половины цены деления, либо в виде цены деления (в зависимости от точности прибора).);
- выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе;
- построение графика по заданным точкам с учетом абсолютных погрешностей измерений.

Задание с множественным выбором (2 ответа из 5 предложенных) проверяет умение интерпретировать результаты экспериментов, представленных в виде графиков или таблиц.

Во второй части работы представлены задачи, требующие решения. В 2015 году в этой части число заданий сокращено с 10 до 8 различных задач (за счет одной задачи повышенного уровня и одной задачи высокого уровня сложности). Таким образом, в каждом варианте будет 3 расчетные задачи с самостоятельной записью числового ответа повышенного уровня сложности и 5 задач с развернутым ответом, из которых одна качественная и четыре расчетные.

По содержанию задачи распределяются по разделам следующим образом:

- 2 задачи по механике;
- 2 задачи по молекулярной физике и термодинамике;
- 3 задачи по электродинамике;
- 1 задача по квантовой физике.

Возможно следующее тематическое распределение заданий второй части работы:

№ 25 – механика;

№ 26 – электродинамика;

№ 27 – квантовая физика;

№ 28 – МКТ и термодинамика (качественная задача);

№ 29 – механика;

№ 30 – МКТ и термодинамика;

№ 31 – электродинамика;

№ 32 – электродинамика.

В соответствии с тематической «привязкой» заданий к их позиции в варианте под № 29 всегда будет задача по механике, под № 30 – по МКТ и термодинамике, под № 31 – по электродинамике. Но последняя задача (№ 32) может оказаться и по электродинамике, и по квантовой физике в зависимости от тематики качественной задачи.

Выполнение заданий 25–27, как правило, не требует приближенных вычислений, т.е. ответом является целое число или десятичная дробь. После каждой задачи предлагается формат записи ответа, указываются место для числового ответа и единицы измерения, в которых необходимо выразить ответ.

Задания 29–32 являются расчетными задачами высокого уровня сложности, для которых необходим анализ всех этапов решения, и требуют представления развернутого ответа. В заданиях этого типа используются измененные ситуации, в которых необходимо оперировать большим, чем в типовых задачах, числом законов и формул, вводить дополнительные обоснования в решении и т.п. Они могут также содержать совершенно новые ситуации, которые не встречались ранее в учебной литературе и предполагают серьезную деятельность по анализу физических процессов и самостоятельному выбору физической модели для решения задачи.

Расчетные задачи в одном варианте подбираются разной трудности: от 10 до 30–40% выполнения. Как правило, самое трудное задание рассчитано лишь на выпускников высокого уровня подготовки, а с менее сложными справляется и менее подготовленная группа тестируемых.

4.2. Изменения в кодификаторе элементов содержания и критериях оценивания заданий

В связи с внесением всего перечня формул, выносимых на единый государственный экзамен, в 2015 году существенные изменения вносятся в кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике. При этом в соответствии с требованиями Федерального компонента стандарта образования не изменяется объем контролируемых элементов содержания.

Ниже приведен фрагмент кодификатора, который демонстрирует суть внесенных изменений.

Пример (фрагмент кодификатора)

2.1.10. Модель идеального газа в термодинамике:

- Уравнение Менделеева – Клапейрона
- Выражение для внутренней энергии

Уравнение Менделеева – Клапейрона (применимые формы записи):

$$pV=(m/\mu)RT=\nu RT=NkT; p=\rho RT/\mu.$$

Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи):

$$U=(3/2)\nu RT=(3/2)NkT=(3/2)(m/\mu)RT=(3/2)pV=\nu C_V T=C_{VN}T$$

2.1.11 Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов: $p=p_1+p_2+\dots$

2.1.12 Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом частиц N (с постоянным количеством вещества ν): изотерма ($T = \text{const}$): $pV = \text{const}$, изохора ($V = \text{const}$): $p/T = \text{const}$, изобара ($p = \text{const}$): $V/T = \text{const}$.

Графическое представление изопроцессов на pV -, pT - и VT - диаграммах.

Введение формул в кодификатор связано в первую очередь с особенностями оценивания расчетных задач с развернутым ответом. Полное правильное решение таких задач предполагает запись всех физических законов и формул, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом. При оценивании будут приниматься во внимание только те законы и формулы, которые указаны в кодификаторе. В кодификаторе учтены различные формы записи закономерностей. Другие же сочетания из формул или формулы, уже полученные путем преобразования нескольких формул из кодификатора, не будут приниматься в качестве верных исходных уравнений для решения задач 29–32.

Следует дать разъяснение относительно изложенного в критериях оценивания расчетных задач требования описания всех вновь вводимых в решении буквенных обозначений физических величин «(за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)». При записи краткого условия не требуется дополнительных пояснений физических величин, записанных в традиционных обозначениях, указанных в кодификаторе. Пояснения необходимы при появлении новой физической величины по ходу решения задачи (например, промежуточное значение скорости или параметры газа, не указанные в условии). При этом, используемые обозначения должны соответствовать стандартным обозначениям кодификатора.

В критерии оценивания расчетных задач внесены изменения оценивания на 2 балла, которые будут выглядеть следующим образом:

«Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).

И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.

И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)».

Таким образом, решение задачи, оцениваемое 2 баллами, означает понимание физической сути описываемых в задаче процессов, верную запись всех уравнений и осмысленные математические действия, направленные на решение задачи. Однако такое решение может содержать как один, так и все из перечисленных выше недостатков, поскольку понятно, что в этих случаях выпускник успешно справляется с физической частью задачи, а решение на 2 балла подразумевает достаточно широкий диапазон математических погрешностей и погрешностей в оформлении решения.

В критерии оценивания качественных задач в 2015 году также внесены изменения. Критерий оценивания полного правильного ответа (3 балла) не изменился, в критерии оценивания ответов на 2 и 1 балл внесены поправки, с которыми можно ознакомиться в критериях оценивания, приведенных демонстрационном варианте. Оцениваемое 2 баллами решение обязательно предполагает правильный ответ и объяснение. В объяснении допускается целый ряд недостатков (как один, так и все перечисленные в этом пункте критериев): логический недочет (т.е. пропуск одного из логических шагов объяснения); лишние записи (как правило, рассуждения, которые не относятся к решению задачи) и отсутствие указания на одно из используемых явлений или закономерность. Однако если при правильном ответе и рассуждениях не указано два используемых явления или две закономерности, то решение оценивается максимально 1 баллом.

5. Методические рекомендации

В связи с существенными изменениями, касающимися ЕГЭ по физике в 2015 году Федеральной комиссией сделаны следующие рекомендации.

Поскольку изменения касаются нормативных документов и критериев оценивания заданий, преподавателям рекомендуется изучить вышеупомянутые документы и довести их содержание до сведения родителей и учащихся в процессе подготовки к экзамену. Новые критерии оценивания публикуются в демонстрационном варианте экзаменационной работы и останутся такими же в реальных вариантах ЕГЭ следующего года.

В новой структуре форма заданий жестко «привязана» к его положению в варианте. Это позволяет более четко установить границы проверяемых элементов содержания для заданий базового уровня сложности. При подготовке тематического планирования обобщающего повторения необходимо внимательно изучить спецификацию работы и особенно обобщенный план. Изменение структуры экзаменационной работы в 2015 г. не изменяет средней сложности вариантов по физике и не влияет на способность КИМ ЕГЭ дифференцировать участников экзамена по уровням подготовки, что позволяет сохранить как преемственность в оценке учебных достижений по физике, так и сопоставимость результатов с результатами ЕГЭ предыдущих лет. В связи с этим для обобщения и повторения содержания курса физики можно использовать все материалы предыдущих лет. Некоторые различия в формах заданий не повлияют в этом случае на качество усвоения тех или иных элементов содержания или видов деятельности. Поэтому общие методические подходы к организации подготовки к экзамену остаются прежними.

Однако обновленная структура КИМ ЕГЭ по физике потребует некоторой тренировки в плане освоения технологии выполнения заданий с самостоятельной записью числового ответа в новом бланке ответов № 1. Для этого целесообразно запланировать выполнение тренировочных работ в формате КИМ.

Методическую помощь учителям и обучающимся при подготовке к ЕГЭ могут оказать материалы с сайта ФИПИ: www.fipi.ru:

- документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2015 г. (кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников, спецификация и демонстрационный вариант КИМ);
- Открытый банк заданий ЕГЭ;
- учебно-методические материалы для председателей и членов региональных предметных комиссий по проверке выполнения заданий с развернутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ;

— аналитические отчеты о результатах экзамена, методические рекомендации и методические письма прошлых лет.

Заключение

Анализ результатов ЕГЭ 2014 года показал, что имела место положительная динамика результативности выполнения заданий. По сравнению с 2012 и 2013 г. снизилась доля выпускников, не преодолевших «порог успешности», повысился средний балл выполненных работ. В 2014 году средний балл ЕГЭ по физике в Свердловской области составил 48,8 балла, что на 3 балла выше, чем по Российской Федерации. Более чем в 2 раза снизилась доля учащихся с низким уровнем подготовки, существенно повысилось количество учащихся, уровень подготовки которых является повышенным и высоким, 9 учеников получили наивысший балл.

Несомненно, большое значение в достижении положительных результатов имеет целенаправленная деятельность учителей при подготовке учащихся к экзамену, их взаимодействие с ИРО, а также ряд проводимых ИРО тренировочных мероприятий.

Тем не менее, анализ результатов выполнения ЕГЭ показал, что при подготовке к ЕГЭ в основном имеет место ориентация учащихся лишь на выполнение заданий первой части работы. К сожалению, в 2014 году наблюдается значительное снижение результативности выполнения заданий второй и третьей части работы. Анализ уровня сложности предложенных участникам экзамена по физике вариантов заданий показал, что варианты экзаменационной работы в 2014 году были намного проще, нежели в 2012 году. Эти факторы также необходимо учитывать при подготовке учащихся к ЕГЭ 2015 года.