

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«**Федеральный институт педагогических измерений**»



ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

3 / 2016

Педагогические измерения

3 2016



Главный редактор

Решетникова Оксана Александровна, к.п.н., директор ФГБНУ «ФИПИ»

Редакционная коллегия:

Болотов Виктор Александрович – академик РАО, д.п.н., научный руководитель Центра мониторинга качества образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Безбородов Александр Борисович – д.ист.н., проректор ФГБОУ ВПО «Российский государственный гуманитарный университет», руководитель Федеральной комиссии разработчиков КИМ для ГИА по истории ФГБНУ «ФИПИ»

Вербицкая Мария Валерьевна – д.фил.н., руководитель федеральной комиссии разработчиков КИМ для ГИА по иностранным языкам ФГБНУ «ФИПИ»

Демидова Марина Юрьевна – д.п.н., руководитель центра педагогических измерений ФГБНУ «ФИПИ»

Егорова Юлия Станиславовна – к.п.н., начальник Управления оценки качества общего образования Рособрнадзора

Ефремова Надежда Фёдоровна – д.п.н., заведующий кафедрой «Педагогические измерения» Донского государственного технического университета

Иванова Светлана Вениаминовна – д.ф.н., директор Института стратегии развития образования Российской академии образования

Карданова Елена Юрьевна – к.ф.-м.н., директор Центра мониторинга качества образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Лазебникова Анна Юрьевна – чл.-корр. РАО, д.п.н., руководитель центра социально-гуманитарного образования Института стратегии развития образования Российской академии образования

Малеванов Евгений Юрьевич – к.п.н., ректор ФГАУ ДПО «Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования»

Семченко Евгений Евгеньевич – к.э.н., начальник Управления надзора и контроля за деятельностью

органов исполнительной власти субъектов РФ Рособрнадзора

Скворцова Галина Ивановна – к.п.н., начальник отдела нормативного регулирования процедур оценки качества общего образования Департамента государственной политики в сфере общего образования Министерства образования и науки Российской Федерации

Татур Александр Олегович – к.ф.-м.н., главный научный консультант ФГБНУ «ФИПИ», начальник отдела развития инструментария оценки качества образования ГАОУ ДПО «Московский центр качества образования»

Шаулин Валентин Николаевич – д.п.н., профессор ОАНО «Московская высшая школа социальных и экономических наук», советник на общественных началах руководителя Рособрнадзора

Редакция:

Заместитель главного редактора: Лячина Светлана Николаевна

Заместитель главного редактора: к.психол.н. Кушнир Алексей Михайлович

Ответственный секретарь: Гончарова Мария Владимировна

Вёрстка: Андрей Богданов

Корректор: Ирина Маслова

Технолог: Артём Цыганков

Тел: (495) 345-52-00, 345-59-00, 972-59-62

E-mail: narob@yandex.ru, kushnir-narobr@yandex.ru

Адрес: 109341, Москва, ул. Люблинская, 157, корп. 2

Издатель:

ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

© Коллектив авторов, 2016

Адрес: 123557 г. Москва, ул. Пресненский Вал, дом 19, строение 1



Содержание номера:

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Решетникова О.А.

Основные направления использования результатов единого государственного экзамена. 4

В статье описаны основные направления анализа результатов единого государственного экзамена на федеральном уровне, обсуждаются возможности использования интегрированного анализа совокупности оценочных процедур для управления качеством образования; обсуждаются особенности корректной интерпретации результатов ГИА на уровне субъектов Российской Федерации.

ИНСТРУМЕНТАРИЙ

Рохлов В.С., Петросова Р.А.

Инновационная модель КИМ ЕГЭ по биологии в 2017 году. 8

В статье анализируются объективные условия перехода к инновационной модели ЕГЭ по биологии; описываются основные концептуальные подходы к отбору структуры и содержания контрольных измерительных материалов; приводятся примеры новых заданий для экзаменационной работы по биологии; разбираются содержательные и структурные особенности заданий с кратким ответом.

Каверина А.А., Снастина М.Г.

Об основных направлениях развития экзаменационной модели ЕГЭ 2017 года по химии. 18

В статье описываются основные подходы к конструированию экзаменационной модели по химии; анализируются направления развития экзаменационной работы; приводятся примеры новых заданий с кратким ответом; объясняются подходы к выбору структуры тематических блоков первой части экзаменационной работы.

Демидова М.Ю., Грибов В.А.

Совершенствование экзаменационной модели КИМ ЕГЭ по физике в 2017 году. 26

В статье на основании общих подходов к построению экзаменационной модели ЕГЭ по физике в соответствии с требованиями ФК ГОС описываются основные направления совершенствования КИМ; даётся характеристика структуры и содержания тематических блоков первой части работы, отбора групп заданий разного уровня сложности; приводятся примеры новых моделей заданий.

АНАЛИТИКА

Калинова Г.С., Петросова Р.А., Рохов В.С.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2016 года по биологии. 33

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по биологии в 2016 году, представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы, дан анализ выполнения линий заданий по блокам содержания «Биология — наука о живой природе», «Клетка как биологическая система», «Организм как биологическая система», «Система и многообразие органического мира», «Человек и его здоровье», «Эволюция живой природы», «Экосистемы и присущие им закономерности»; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки по биологии; приведены рекомендации по совершенствованию методики преподавания биологии.



Каверина А.А., Снастина М.Г.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2016 года по химии 52

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по химии в 2016 году, представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы, дан анализ выполнения линий заданий по блокам содержания «Теоретические основы химии», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Методы познания в химии. Химия и жизнь»; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки по химии; приведены рекомендации по совершенствованию методики преподавания химии.

Демидова М.Ю.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2016 года по физике 74

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по физике в 2016 году, представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы по тематическим разделам; дан анализ выполнения линий заданий по видам деятельности: применение законов и формул в стандартных учебных ситуациях, анализ и объяснение явлений и процессов, определение направления векторных величин, методологические умения, решение задач; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки по физике; приведены рекомендации по совершенствованию методики преподавания физики.

Барabanов В.В., Амбарцумова Э.М., Дюкова С.Е.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2016 года по географии 92

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по географии в 2016 году, представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы; дан анализ выполнения линий заданий по видам деятельности и основным блокам содержания школьного курса географии; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки по географии; приведены рекомендации по совершенствованию методики преподавания географии.

Лещинер В.Р., Ройтберг М.А.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2016 года по информатике и ИКТ 108

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по информатике и ИКТ в 2016 году, представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы; дан анализ выполнения заданий по основным блокам содержания школьного курса информатики; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки по информатике; рассмотрены особенности выполнения заданий высокого уровня сложности; приведены рекомендации по совершенствованию методики преподавания информатики.

Contents. 129



Основные направления использования результатов единого государственного экзамена

Решетникова Оксана Александровна

кандидат педагогических наук, директор ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений», reception@fipi.org

Ключевые слова: результаты ГИА, направления анализа результатов ЕГЭ, использование результатов ГИА, управление качеством образования.

Результаты таких широкомасштабных процедур оценки качества образования, как национальные экзамены, дают огромный спектр информации для принятия управленческих решений. Остановимся на основных направлениях использования результатов единого государственного экзамена для управления качеством образования.

Единый государственный экзамен проходит в нашей стране уже в течение пятнадцать лет. На этом долгом пути построения системы национального экзамена возникали некоторые издержки, которые приводили к разным побочным эффектам: многие годы существовала практика сравнения регионов и школ друг с другом по средним баллам, выстраивались различные рейтинги по показателям ЕГЭ и соревнования «у кого больше высокобалльников». Разрыв между сильными и слабыми школами, имеющими стабильно низкие результаты, увеличивался, что влияло на качество образования в целом.

В течение последних трёх лет был принят ряд мер, выводящих экзамен на новое качество проведения. Видеонаблюдение, серьёзный контроль за подготовкой и проведением ЕГЭ на всех уровнях, включая институт общественного наблюдения, сейчас позволяют с доверием относиться к результатам экзамена, как индивидуальным, получаемым выпускниками и будущими абитуриентами, так и общим результатам, характеризующим состояние образования на этом рубеже.

Одновременно с повышением объективности процедуры ЕГЭ Министерство образования и науки Российской Федерации и Рособрнадзор проводили системную работу по определению направлений корректного использования результатов ЕГЭ. Например, после официальной отмены учёта результатов ЕГЭ региона как критерия в оценке эффективности работы губернаторов, практика «гонки за высоким результатом» региона, муниципалитета, конкретной школы практически свелась на нет. **Реализуется новый вектор использования результатов единого государственного экзамена**, о котором неоднократно заявлял руководитель Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки С.С. Кравцов: не для наказаний или, напротив, для необоснованного поощрения, а для принятия конкретных управленческих

решений по совершенствованию преподавания учебных предметов. Получаемые сегодня результаты ЕГЭ позволяют увидеть реальное состояние дел по каждому учебному предмету и выстроить основу для конкретных действий каждого уровня образования: от учителя до федерального уровня, чтобы обеспечить рост качества российского образования.

Общее количество сдающих ЕГЭ в РФ составляет в настоящее время более 650 тыс. человек. Обязательными предметами для сдачи ЕГЭ являются русский язык и математика. Остальные предметы — по выбору в зависимости от выбранных будущим абитуриентом специальностей вуза. Как правило, выпускники выбирают 2–3 предмета. Результаты экзаменов позволили выделить проблемные области по ряду предметов на федеральном уровне в разрезе регионов, на региональном уровне — в разрезе муниципальных образований и образовательных организаций.

Приведу примеры по некоторым учебным предметам.

Русский язык является государственным языком, и от уровня владения им зависит качество изучения других предметов. Очевидна надпредметная роль русского языка. Орфографические и пунктуационные нормы нередко осваиваются в теории, на уровне правил, но не переходят в устойчивые навыки грамотного письма. Об этом свидетельствуют относительно высокий результат выполнения отдельных заданий ЕГЭ, проверяющих знание конкретных орфографических правил, и недостаточно высокая практическая грамотность. Только треть выпускников пишет грамотно, допуская не более одной ошибки в тексте небольшого сочинения. Особенно значимы эти вопросы в регионах Северо-Кавказского федерального округа и некоторых других национальных республиках. Для определения возможных направлений работы с выявленными проблемами на территории СКФО в 2014 г. проведён первый форум русского языка с участием глав всех регионов, входящих в состав округа. По результатам форума принято решение провести исследование компетенции учителей русского языка. И такая работа была проведена Рособрнадзором совместно с Ассоциацией учителей русского языка, пред-

ложены конкретные механизмы в «дорожные карты» систем образования этих регионов, а также конкретные предложения в программы повышения квалификации учителей русского языка.

По итогам сдачи экзамена **по математике** с разделением на базовый и профильный уровни в течение двух последних лет очевидно, что этот шаг был правильным.

Однако при сдаче ЕГЭ по математике на базовом уровне были выявлены пробелы в знаниях у ряда выпускников ещё за курс начальной школы и 5–7-х классов. Так, примерно 11% учащихся испытывают затруднения при выполнении простейших заданий со сложением дробей и при элементарных бытовых расчётах с процентами.

Результаты проведённого по инициативе профессионального сообщества исследования компетенций учителей математики выявили ряд задач, которые необходимо решать и в педагогическом образовании, и на уровне региональных институтов повышения квалификации. Например, около 10% учителей показали весьма невысокий уровень предметной подготовки, не выполнив даже простейшие задания из школьной программы, что говорит о необходимости их серьёзной предметной переподготовки.

История — предмет по выбору, его выбирают порядка 20% участников ЕГЭ. В 2016 г. средние результаты экзаменуемых несколько выросли в сравнении с предыдущими годами. Тем не менее выпускники по-прежнему затрудняются при выполнении заданий по истории российской культуры, имеют сложности в работе с исторической картой и при анализе исторических процессов, слабо ориентируются в истории Великой Отечественной войны.

По инициативе Ассоциации учителей истории и в дополнение к результатам ЕГЭ Рособрнадзором было проведено исследование компетенций учителей истории. Основные результаты данного исследования подробно обсуждались на заседании Российского исторического общества в прошлом году. У значительного числа участников этого исследования отмечены трудности в планировании урока, адекватном оценивании ответа ученика. Выявленные недостатки — это реальные направления дальнейшей работы Ассоциации и регио-

нальных институтов повышения квалификации учителей.

Важно отметить, что опора только на результаты государственного экзамена для идентификации проблем и выстраивания программы их устранения — это не совсем правильный шаг. Именно поэтому Рособрнадзор в течение последних двух лет проводил дополнительные процедуры исследования качества образования по ряду предметов — Национальные исследования качества образования (НИКО), Всероссийские проверочные работы (ВПР), исследования компетенций учителей-предметников, которые позволили выявить увеличение проблем по мере изучения школьниками учебных предметов, а также установить недостатки в подготовке учителей.

Очевидно, что работа по устранению всех этих недостатков не должна начинаться после получения результатов государственной итоговой аттестации на рубеже основной и тем более средней школы. Требуется многолетняя системная и комплексная работа. В первую очередь представляется важным переход от манипулирования средними баллами к анализу реального состояния региональных систем общего образования и к практическому решению выявленных проблем.

Сейчас по результатам объективной процедуры единого государственного экзамена ведётся работа по переориентации региональных систем образования на программы оказания поддержки «слабым» школам вместо ежегодной констатации факта их неуспешности и принятия порой необоснованных административных мер как к школе, так и к учителям. Проведение различных диагностических процедур на разных этапах обучения в образовательных организациях с обязательным методическим обратным эффектом должно стать постоянной практикой региональных Центров оценки качества образования. Для учителей подобные диагностики из дополнительной нагрузки должны стать необходимым источником информации для оказания адресной помощи обучающимся задолго до процедур государственной итоговой аттестации. А результаты текущего и рубежного контроля — опорой для учителя в планировании уроков и внеклассных мероприятий.

Современная система повышения квалификации должна и может быть гибкой, реагирующей на конкретные потребности учителя.

Большое значение сейчас имеет то, как каждый регион анализирует и использует результаты ЕГЭ и других процедур. Два года назад Федеральный институт педагогических измерений разработал и предложил к использованию региональным коллегам конкретный формат для проведения содержательного анализа результатов ЕГЭ и выявления типичных затруднений выпускников региона. Кроме стандартных статистических форм, демонстрирующих динамику показателей участников ЕГЭ, важным разделом в этом предложенном формате самоанализа стали методика выявления «обратной связи» от полученных результатов для учителя-предметника, подходы к осуществлению адресной поддержки слабым школам или классам, формирование предложений в «дорожную карту» по развитию региональной системы образования, с предложением конкретных мероприятий, направленных на решение выявленных проблем. Наши специалисты, в рамках проводимых Рособрнадзором совещаний по подведению итогов цикла государственной итоговой аттестации в 2016 г., организовали обсуждение конкретных, представленных региональными коллегами практик работы со слабыми детьми, создали площадку по обмену опытом. Совершенно очевидно, что полностью скопировать чужой опыт — регионов, муниципалитетов и школ — невозможно, да и малоэффективно. Есть свои нюансы, особенности, контекстные условия. Но познакомиться с положительным опытом, разработать на его основе свою программу — это правильная задача, которая обязательно даст положительный эффект.

Федеральный институт педагогических измерений, в качестве методической поддержки регионов, ежегодно разрабатывает и публикует в открытом доступе «Методические рекомендации для учителей, основанные на типичных ошибках участников ЕГЭ» по всем учебным предметам, по которым проводится экзамен.

В третьем и четвертом номерах журнала «Педагогические измерения» мы публикуем рекомендации для использования их шко-

лами и учителями. Эти материалы по всем предметам имеют единую структуру, позволяющую наиболее полно представить как анализ результатов, так и рекомендации по совершенствованию учебного процесса. В начале методических рекомендаций приводится краткая характеристика контрольных измерительных материалов, которая позволяет осознать те общие подходы, используемые в том или ином предмете для объективной оценки учебных достижений выпускников, понять диагностические возможности КИМ ЕГЭ по данному предмету.

Основные результаты экзамена 2016 года, рассматриваемые нашими специалистами по каждому учебному предмету, позволяют выйти на более системный анализ с учётом динамики за последние три года. Данные о выборе выпускниками ЕГЭ по предмету, изменение доли участников, не достигших минимальной границы, и доли высокобалльников позволяют определить ведущие тенденции в изменении качества учебной подготовки наших выпускников.

Подходы к содержательному анализу результатов выполнения экзаменационной работы определяются, как правило, традициями предмета. Однако здесь явно видна тенденция перехода от «знаниевой» к «деятельностной» парадигме, от анализа достижений по отдельным контролируемым элементам содержания к анализу сформирован-

ности групп умений или видов деятельности. Описание учебных достижений и дефицитов в учебной подготовке, выявленных на основании проведённого анализа, является основой для рекомендаций по совершенствованию учебного процесса. Специалистами ФИПИ предлагаются различные пути достижения более высоких предметных результатов как посредством введения эффективных педагогических технологий, так и посредством совершенствования учебных методических комплектов, использующихся при обучении предмету.

Ценным является и раздел рекомендаций, в котором приводится характеристика результатов выполнения экзаменационной работы группами выпускников с различным уровнем подготовки. Здесь акцент делается на наиболее значимые проблемы в подготовке каждой из групп и на рекомендации по устранению этих проблем. Знакомство с данными материалами позволяет учителям оптимально выстраивать индивидуальные образовательные траектории.

Методические рекомендации ФИПИ являются основой для анализа результатов в субъектах РФ, для формирования тематики курсов повышения квалификации учителей, различных мероприятий методических объединений учителей на следующий учебный год и служат ориентиром учителю в планировании учебного процесса.



Инновационная модель КИМ ЕГЭ по биологии в 2017 году

**Рохлов Валерьян
Сергеевич**

кандидат педагогических наук, ФГБНУ «ФИПИ»,
руководитель федеральной комиссии по разработ-
ке КИМ для ГИА по биологии

**Петросова Рената
Арминаковна**

кандидат педагогических наук, заместитель руко-
водителя федеральной комиссии по разработке
КИМ для ГИА по биологии, im@fipi.ru

Ключевые слова: инновационная модель КИМ ЕГЭ, объекты контроля, преемственность ОГЭ и ЕГЭ, модели заданий с кратким ответом.

В системе российского образования единый государственный экзамен по биологии является формой объективной оценки качества подготовки лиц, освоивших образовательные программы среднего общего образования, с использованием заданий стандартизированной формы (контрольных измерительных материалов). Контрольные измерительные материалы ЕГЭ по биологии в 2017 г. построены с учётом исторически сложившейся специфики курса и полностью соответствуют ФК ГОС 2004 г., примерным программам и учебникам, рекомендуемым Минобрнауки РФ к использованию в учебном процессе.

КИМ 2017 г. конструируется исходя из необходимости оценки уровня овладения выпускниками важнейших групп требований к уровню подготовки за основное общее и среднее общее образование на базовом и профильном уровнях. Предложенные задания экзаменационной работы контролируют степень овладения знаниями и умениями курса и проверяют сформированность у выпускников биологической компетентности.

Объектами контроля, как и в предыдущие годы, выступают знания и умения, сформированные при изучении следующих разделов курса биологии: «Растения», «Бактерии. Грибы. Лишайники», «Животные», «Человек и его здоровье», «Общая биология». Подобный подход позволяет охватить проверкой основное содержание курса, обеспечить валидность КИМ. Традиционно в экзаменационной работе преобладают задания раздела «Общая биология», поскольку в них интегрируются, обобщаются и систематизируются фактические знания и умения, полученные на уровне основного общего образования, рассматриваются общебиологические закономерности, проявляющиеся на всех уровнях организации живой природы. К числу таких знаний в теории и методике преподавания биологии относят: клеточную, хромосомную, эволюционную, рефлекторную теорию, теорию гомеостаза; законы наследственности, индивидуального развития, эволюции; экологические закономерности, проявляющиеся в популяциях, отдельных экосистемах и в целом в биосфере.

В КИМ ЕГЭ по биологии обязательно включено содержание, проверяющее прикладные знания из области биотехнологии, селекции организмов, охраны природы, здорового образа жизни человека.

Новая модель КИМ ЕГЭ направлена на совершенствование системы оценивания качества подготовки выпускников, изменение структуры измерительных материалов, увеличение разнообразия типов заданий. Особый акцент сделан не столько на проверку усвоения понятийного аппарата курса биологии, сколько на сформированность способов деятельности: овладение методологическими умениями; умение решать количественные и качественные биологические задачи; применение знаний и умений в практической деятельности; использование знаний и умений при объяснении биологических процессов и явлений в знакомой, изменённой или новой ситуациях. Проверка умений работы с информацией биологического содержания осуществляется через представления её различными способами (в виде коротких текстов, рисунков, схем, таблиц, графиков и диаграмм).

Такие кардинальные изменения в построении КИМ по биологии продиктованы рядом обстоятельств:

1. Исключение заданий с выбором одного верного ответа. Подобные задания имеют ряд недостатков: однообразие формы представления проверяемого содержания; невозможность создания заданий проблемного или творческого характера; отсутствие потенциала по проверке умений практического характера; затруднение по выявлению у учащихся истинных пробелов в знаниях по биологии. Однако главным их недостатком является присутствие элемента случайности, то есть угадывания верного ответа из четырёх представленных.

В течение последних двух лет в экзаменационной работе было проведено сокращение количества заданий с выбором одного верного ответа с 36 до 25. Как показал сравнительный анализ результатов ЕГЭ за эти два года, уменьшение числа заданий с выбором одного верного ответа не отразилось на общих результатах. Доля участников ЕГЭ по биологии, не набравших минимального количества баллов, сохранилась примерно на том же уровне. Такие результаты позволя-

ют утверждать, что исключение из экзаменационной работы заданий с выбором одного верного ответа не должно существенно повлиять на результаты ЕГЭ в следующем году.

Отказ от заданий с выбором одного ответа оказал существенное влияние на дизайн КИМ по биологии в 2017 г. В итоге первая часть нового формата экзаменационной работы стала содержать исключительно задания с кратким ответом, что привело не только к увеличению их количества, но и к изменениям формы предъявления этих заданий в экзаменационной работе.

Особенностью заданий с кратким ответом является то, что такие задания позволяют проверить не только значительный объём содержания учебного материала, но предусматривают возможность оценки общеучебных и предметных умений, таких как сравнение, обобщение, систематизацию, выявление причинно-следственных связей и т.п.

С учётом требований к организации итоговой аттестации увеличение количества заданий с кратким ответом потребовало разработки заданий нового формата. В результате, наряду с сохранением имеющихся типов заданий (с множественным выбором трёх ответов из шести предложенных, на соответствие, на установление последовательности), в работе появились новые типы заданий:

а) количественные и качественные биологические задачи, требующие самостоятельной записи верного ответа (переработанные задания на выбор одного ответа из четырёх предложенных);

б) задание с рисунком на множественный выбор (двух из пяти или трёх из шести предложенных ответов);

в) задание с рисунком на установление соответствия;

г) задание на заполнение пропусков в схеме;

д) задание на заполнение пропусков в таблицах с рисунком и без рисунка;

е) задание на анализ текста и выбор нескольких верных суждений;

ж) задание на работу с графиками, таблицами, гистограммами.

Таким образом, наряду с используемыми и модернизированными типами заданий в экзаменационную работу включены совершенно новые формы заданий, проверяющие

освоение понятийного аппарата через умения работать со схемами, таблицами, графиками, гистограммами и др. Все они направлены на усиление деятельностной основы и делают экзаменационную работу более практико-ориентированной.

2. *Выстраивание преемственности между моделями КИМ по биологии для ОГЭ и ЕГЭ.* При внешнем сходстве моделей итоговой аттестации за основное и среднее общее образование, не всегда соблюдалась их преемственность, использовались разные формы заданий, что негативно влияло на подготовку учащихся к аттестации за 9-й и 11-й классы.

В новой модели КИМ удалось устранить этот недостаток. Так, в экзаменационную работу ЕГЭ включены задания, успешно используемые при итоговой аттестации обучающихся уровня основного общего образования. Причём это введение не является полным копированием заданий основной школы, а является их логическим развитием, которое учитывает возрастные и содержательные возможности аттестуемых. Поэтому введение этих заданий не должно вызывать у старшеклассников особых затруднений при их выполнении. Преемственность положительно скажется на преподавании биологии в средней школе, так как учителям предоставляется возможность использовать наработанные ранее методики подготовки к государственной итоговой аттестации в 9-м классе при подготовке к экзамену за курс полной средней школы.

3. *Разнообразие моделей заданий при организации итоговых форм контроля.* Новая модель КИМ ЕГЭ по биологии значительно расширяет способы оценки качества биологического образования, так как включает задания по проверке знаний и умений по работе с информацией, представленной в текстовом, графическом (схемы, графики, диаграммы, рисунки, изображения) и табличном виде. Задания нового типа позволяют оценить у выпускников степень сформированности умений работать с информацией разного типа и делать выводы. Такое обновление системы контроля позволяет сделать её понятной для заказчиков, в роли которых выступают высшие учебные заведения.

Сравнительный анализ КИМ ЕГЭ по биологии за 2016 и 2017 годы позволяет сделать следующие выводы:

1. Из экзаменационной работы исключены задания с выбором одного ответа из четырёх.

2. В экзаменационной работе сокращено количество заданий с 40 до 28. Причём это коснулось только первой части работы. Число заданий второй части работы осталось прежним (7 заданий).

3. В связи с сокращением количества заданий произошло незначительное уменьшение максимального первичного балла с 61 в 2016 году до 59 в 2017 году.

4. Структурная перестройка экзаменационной работы потребовала увеличить её продолжительность с 180 до 210 минут.

5. В часть 1 включены новые типы заданий, которые существенно различаются по видам учебных действий: заполнение пропущенных элементов в схеме или таблице, нахождение правильно указанных обозначений в рисунке, анализ и синтез информации, в том числе представленной в форме графиков, диаграмм и таблиц со статистическими данными.

6. Структура и проверяемое содержание части 2 работы изменению не подвергалась.

Остановимся подробнее на самой модели экзаменационной работы по биологии за 2017 год. Каждый вариант КИМ включает 28 заданий и состоит, как и в 2016 году, из двух частей, различающихся по форме и уровню сложности.

Часть 1 содержит 21 задание: 2 — на решение биологических задач по цитологии и генетике; 7 — с множественным выбором с рисунком или без него; 6 — на установление соответствия с рисунком или без него; 3 — на установление последовательности систематических таксонов, биологических объектов, процессов, явлений; 1 — на дополнение информации, представленной в виде схемы; 1 — на дополнение недостающей информации в таблице; 1 — на анализ информации, представленной в графической или табличной форме.

Часть 2 включает 7 заданий с развёрнутым ответом. В этих заданиях ответ формулируется и записывается выпускником самостоятельно в развёрнутой форме. Задания этой части работы нацелены на выявление выпускников, имеющих высокий уровень биологической подготовки.

Экзаменационная работа, как и в предыдущие годы, включает 7 содержательных блоков, представленных в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения единого государственного экзамена по биологии.

Проведём подробный анализ новых заданий, которые в наибольшей степени отражают изменения, произошедшие в экзаменационной работе по биологии.

В новой версии КИМ ЕГЭ представлены 7 заданий с множественным выбором с рисунком или без него по одному на каждый содержательный блок. Это задания базового

уровня, которые позволяют проверить знания содержания всего курса биологии. Каждое задание оценивается от 0 до 2 баллов. Это самый вариативный тип заданий. В первую очередь задания различаются по числу правильных ответов (2 или 3) и количеству предлагаемых на выбор вариантов (5–7). К наиболее существенным новшествам, которые дали возможность разнообразить эту форму заданий, следует отнести включение рисунков (в предыдущие годы рисунки к заданиям с множественным выбором отсутствовали), а также изменение формулировок заданий. Приведём пример задания с множественным выбором.

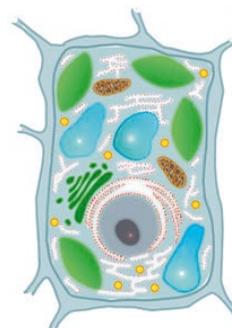
Пример 1

Все перечисленные ниже признаки, кроме двух, используются для описания изображённой на рисунке клетки. Определите два признака, «выпадающих» из общего списка, и запишите в таблицу **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) наличие хлоропластов;
- 2) наличие гликокаликса;
- 3) способность к фотосинтезу;
- 4) способность к фагоцитозу;
- 5) способность к биосинтезу белка.

Ответ:

--	--



Особенностью данного задания является то, что выпускнику предлагается по изображению объекта вывести два его характерных признака. Причём один из признаков проверяет знание морфологии объекта, тогда как второй — знание свойств или функций. С помощью такого задания проверяются умение определить по рисунку растительную клетку и знания особенностей строения и функционирования клеток этого типа.

Пример 2

Известно, что туберкулёзная палочка — **устойчивая, микроскопическая, патогенная** бактерия. Выберите из приведённого ниже текста три утверждения, относящиеся к описанию перечисленных выше признаков бактерии.

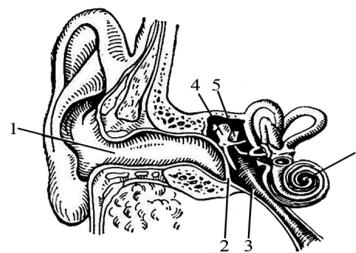
- (1) Размеры туберкулёзной палочки составляют в длину 1–10 мкм, а в диаметре 0,2–0,6 мкм.
- (2) Бактерия неподвижна и не способна образовывать споры.
- (3) Однако при температуре выше 20 °С во влажном и тёмном месте туберкулёзная палочка сохраняет жизнеспособность до 7 лет.
- (4) Для своего развития бактерия нуждается в наличии кислорода.
- (5) Туберкулёзная палочка является паразитическим организмом.
- (6) Её распространение происходит не только капельным путём, но и с пылью.

Данная форма задания на множественный выбор имеет одну существенную особенность. Все предложения, описывающие бактерию, являются правильными. Экзаменуемому необходимо найти три утверждения, которые характеризуют следующие свойства организма: устойчивость, микроскопичность и патогенность. Похожее задания широко используются в ОГЭ по биологии для проверки знаний организмов разных царств.

Пример 3

Выберите три **верно обозначенные** подписи к рисунку «Строение уха». Запишите в таблицу **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) наружный слуховой проход;
- 2) барабанная перепонка;
- 3) слуховой нерв;
- 4) стремя;
- 5) полукружный канал;
- 6) улитка.



Ответ:

--	--	--

К особенностям этого задания следует отнести саму формулировку, а также наличие рисунка. Следует заметить, что выпускникам предлагается найти «верно» обозначенные части органа слуха. Традиционно в ЕГЭ по биологии проверяется способность находить ошибки. В данном случае при выполнении задания необходимо проанализировать все подписи к рисунку и установить правильные.

Пример 4

Прочитайте текст. Выберите три предложения, в которых даны описания морфологического критерия вида. Запишите в таблицу **цифры**, под которыми они указаны.

(1) Сосна обыкновенная — светлюбивое растение. (2) Она имеет высокий стройный ствол, крона формируется только вблизи верхушки. (3) Сосна растёт на песчаных почвах, меловых горах. (4) У неё хорошо развиты главный и боковые корни, листья игловидные, по две хвоинки в узле на побеге. (5) На молодых побегах развиваются зеленовато-жёлтые мужские шишки и красноватые женские шишки. (6) Пыльца переносится ветром и попадает на женские шишки, где происходит оплодотворение.

Ответ:

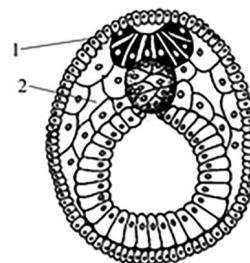
--	--	--

Данное задание по своей структуре напоминает задание из примера 3. В нём также предлагается короткое описание объекта, состоящее из правильных суждений. Однако для тестируемого задача несколько упрощается ввиду того, что ему предлагается отобрать суждения, характеризующие только один признак (критерий).

Наиболее консервативными по представлению являются задания на установление соответствия, которые практически не изменились. Единственным дополнением можно считать включение рисунка. Это, как правило, задания повышенного уровня, которые оцениваются от 0 до 2 баллов. Однако в зависимости от содержания они могут быть и базового уровня.

Пример 5

Установите соответствие между структурами и зародышевыми листками, обозначенными на рисунке цифрами 1, 2, из которых эти структуры формируются: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.



СТРУКТУРЫ	ЗАРОДЫШЕВЫЕ ЛИСТКИ
А) нервная ткань	1) 1
Б) кровь	2) 2
В) скелет	
Г) гладкая мышечная ткань	
Д) кожный эпидермис	

Запишите в таблицу выбранные **цифры** под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

Ответ:

Это задание предусматривает выполнение двух последовательных операций. На первом этапе аттестуемый должен верно определить по «слепому» изображению сами объекты, обозначенные цифрами, а на втором — продемонстрировать знание производных (элементов) биологического объекта.

В новой версии КИМ по биологии представлены три задания, проверяющие умение выпускников устанавливать последовательности систематических таксонов, биологических объектов, процессов, явлений. Данные задания не претерпели изменений и полностью сохранили преемственность с предыдущими годами. Аналогичные задания использовались в ЕГЭ на протяжении всех лет.

В экзаменационном тесте имеются расчётные биологические задачи. Они созданы на базе используемых ранее заданий с выбором одного ответа, где учащимся предлагалось решить задачу и выбрать один правильный ответ из четырёх вариантов. В новой версии участник ЕГЭ должен самостоятельно записать ответ в виде целого числа. Как и в КИМ предыдущих лет, эти задания относятся к базовому уровню и оцениваются 1 баллом. Данные задания обеспечат проверку следующих тем: «Генетическая информация в клетке», «Хромосомный набор соматических и половых клеток», «Решение задач по генетике». Приведём примеры таких задач.

Пример 6

В соматической клетке тела рыбы 56 хромосом. Какой набор хромосом имеет сперматозоид рыбы? В ответе запишите только количество хромосом.

Ответ: _____.

Сходным по модели представления является задание на решение задачи по генетике. Тестируемый должен продемонстрировать умение решать задачи по генетике и знание основных законов наследования признаков при моно- и дигибридном скрещивании.

Пример 7

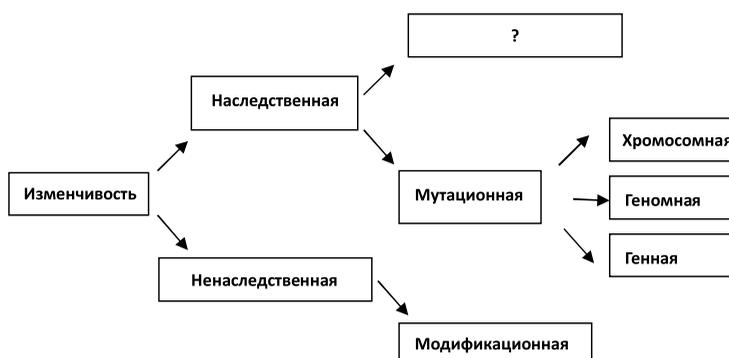
Определите соотношение фенотипов у потомков при моногибридном скрещивании двух гетерозиготных организмов при полном доминировании. Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов, в порядке их убывания.

Ответ: _____.

К совершенно новым по формам следует отнести задания на дополнение содержания, представленного в виде схемы или таблицы, на анализ информации, представленной в графической или табличной форме.

Пример 8

Рассмотрите предложенную схему классификации видов изменчивости. Запишите в ответе пропущенный термин, обозначенный на схеме знаком вопроса.



Ответ: _____.

Задания данного типа не встречались ни в ОГЭ, ни в ЕГЭ. Такая форма задания позволяет проверить не только знание понятийного аппарата курса, но и соподчинённость терминов (понятий), а также их внутреннюю логическую связь, что лежит в основе системного и сетевого мышления. Это задание базового уровня, оценивается в 1 балл.

Задание на работу с таблицей может быть представлено в работе в двух видах: с рисунком и без рисунка. Оно продолжает проверку знаний биологической терминологии и умения её использовать при решении конкретной задачи. К другим особенностям заданий следует отнести увеличенный до 8 перечень предлагаемых дистракторов. Это задания повышенного уровня и оцениваются в 2 балла.

Пример 9

Рассмотрите рисунок с изображением бабочки берёзовой пяденицы и определите тип приспособления, форму естественного отбора и направление эволюции, которые привели к формированию двух форм бабочек. Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины, приведённые в списке. Для каждой ячейки, обозначенной буквами, выберите соответствующий термин из предложенного списка.

Тип приспособления	Форма естественного отбора	Направление эволюции
_____ (А)	_____ (Б)	_____ (В)

Список терминов:

- | | |
|--------------------|---------------|
| 1) идиоадаптация | 2) мимикрия |
| 3) конвергенция | 4) движущая |
| 5) ароморфоз | 6) маскировка |
| 7) стабилизирующая | |

Инструментарий

Запишите в таблицу **цифры** выбранных терминов под соответствующими буквами.

	А	Б	В
Ответ:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Пример 10

Проанализируйте таблицу «Структуры клетки». Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины и понятия, приведённые в списке. Для каждой ячейки, обозначенной буквами, выберите соответствующий термин из предложенного списка.

Структуры клетки

Объект	Расположение в клетке	Функция
_____ (А)	Цитоплазма	Биологическое окисление
ДНК	_____ (Б)	Хранение и передача наследственной информации клетки и организма
Рибосома	Цитоплазма	_____ (В)

Список терминов и понятий:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1) гликолиз | 2) хлоропласт |
| 3) биосинтез белка | 4) митохондрия |
| 5) транскрипция | 6) ядро |
| 7) цитоплазма | 8) клеточный центр |

Запишите в таблицу выбранные **цифры** под соответствующими буквами.

	А	Б	В
Ответ:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Данные задания обеспечивают проверку следующих разделов курса биологии: «Общебиологические закономерности», «Человек и его здоровье».

К новому формату заданий для ЕГЭ относятся и задания, проверяющие умение выпускников работать с информацией, представленной в табличной, графической (график, гистограмма) форме. С двумя первыми формами выпускники знакомы по КИМ ОГЭ. Причём задание по работе с таблицей в 9-м классе предлагается во второй части работы, тогда как задание по работе с графиком — в первой, где аттестуемый выбирает один правильный ответ из предложенных. Задания в КИМ ЕГЭ являются логическим развитием данных форм заданий и составлены с учётом знаний и умений старшеклассников, поэтому включают более сложную аналитическую работу по установлению характерных причинно-следственных связей. Кроме того, данные формы заданий проверяют умение делать выводы на основе анализа экспериментальных данных, что очень важно для аттестации выпускников средней школы и поступающих в высшие учебные заведения. Информация для анализа может быть представлена в виде таблицы, графика, гистограммы.

Все задания на работу с информацией относятся к повышенному уровню и оцениваются от 0 до 2 баллов.

Пример 11

Проанализируйте таблицу «Выживание птенцов скворца в зависимости от числа яиц в кладке».

Выживание птенцов скворца в зависимости от числа яиц в кладке

Число яиц в кладке	Доля выживших птенцов (в %)
1	100
2	95
3	90
4	83
5	80
6	53
7	40
8	35
9	32

Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа полученных результатов:

- 1) Оптимальное число яиц в кладке, позволяющее сохранить численность скворцов, — 5.
- 2) Гибель птенцов объясняется случайными факторами.
- 3) Чем меньше в кладке яиц, тем эффективнее забота о потомстве.
- 4) Чем больше птенцов в гнезде, тем чаще родители кормят каждого из птенцов.
- 5) Число яиц в кладке зависит от наличия корма и климатических факторов.

Запишите в ответе **номера** выбранных утверждений.

Ответ: _____.

Пример 12

Проанализируйте график скорости размножения молочнокислых бактерий.

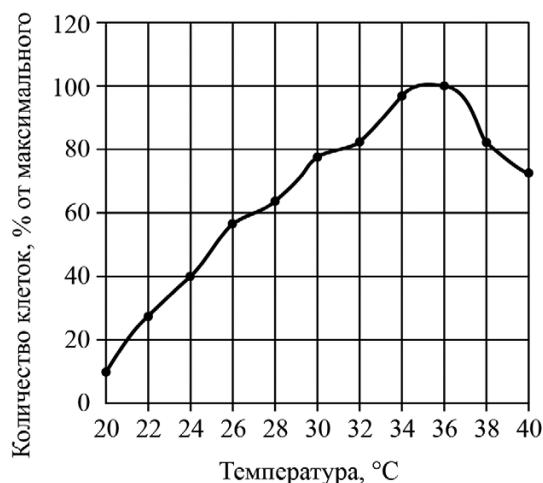
Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа полученных результатов.

Скорость размножения бактерий:

- 1) всегда прямо пропорциональна изменению температуры среды;
- 2) зависит от ресурсов среды, в которой находятся бактерии;
- 3) зависит от генетической программы организма;
- 4) в интервале от 20 до 36 °С повышается;
- 5) уменьшается при температуре выше 36 °С в связи с денатурацией части белков в клетке.

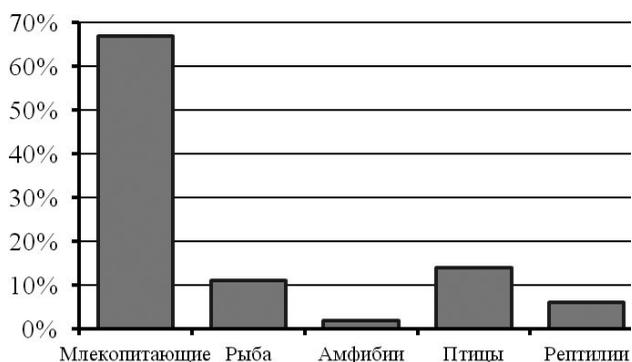
Запишите в ответе **номера** выбранных утверждений.

Ответ: _____.



Пример 13

Проанализируйте гистограмму пищевых предпочтений животного Z. По оси x расположены таксоны позвоночных животных, а по оси y — доли представителей данных таксонов в рационе животного Z (в %).



Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа гистограммы.

Животное Z относят к:

- 1) всеядным животным;
- 2) консументам II порядка;
- 3) производителям органических веществ;
- 4) полуводным животным;
- 5) обитателям тундры.

Запишите в ответе **номера** выбранных утверждений.

Ответ: _____

В каждом варианте работы встречается один из вышеприведённых примеров заданий.

Как мы уже отмечали ранее, вторая часть КИМ ЕГЭ по биологии как по количеству заданий, так и по их моделям изменений не претерпела.

Об основных направлениях развития экзаменационной модели ЕГЭ 2017 года по химии

Каверина Аделаида Александровна

кандидат педагогических наук, ФГБНУ «ФИПИ», руководитель федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по химии

Снастина Марина Геннадьевна

заместитель руководителя федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по химии, kim@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по химии, направления совершенствования, структура экзаменационной работы, конструирование заданий, инновационные модели заданий.

Последовательное совершенствование системы контрольных измерительных материалов (КИМ) имело место на протяжении всех лет проведения ЕГЭ по химии. При этом первостепенной задачей являлось обеспечение возможно более полного соответствия содержательной основы КИМ требованиям Федерального компонента государственного стандарта среднего общего образования (ФК ГОС) по химии к уровню общеобразовательной подготовки выпускников школы по данному предмету¹.

Одновременно в центре внимания постоянно находились вопросы, связанные с обеспечением возможностей для более объективной классификации проверочных заданий по ряду признаков, в частности по таким, как проверяемые элементы содержания ведущих разделов курса химии, уровень сложности (базовый, повышенный, высокий), характер учебных действий, необходимых для выполнения задания. В результате реализации названных направлений совершенствования КИМ накоплен важный с методической точки зрения опыт по определению их структуры и содержательной основы, а также по выявлению подходов к конструированию заданий различных типов. С учётом данного практического опыта осуществлялось формирование экзаменационной модели каждого очередного года².

Экзаменационная модель 2017 г. не является исключением из этого правила. Так, в частности, при её формировании приоритетное значение по-прежнему имеет последовательная ориентация содержания КИМ 2017 года.

¹ Общая методика обучения химии в школе / Р.Г. Иванова, Н.А. Городилова, Д.Ю. Добротин и др.; под ред. Р.Г. Ивановой. — М.: Дрофа, 2008 — 319 с. — (Российская академия образования учителя). А.А. Каверина, Р.Г. Иванова. Гл. Нормативная база химического образования в средней школе. — С. 6–27.

² ЕГЭ–2011: Документы, регламентирующие структуру и содержание контрольных измерительных материалов // Химия в школе. — 2011. — № 1. — С. 6–18; 2. Учителю и учащимся о ЕГЭ 2016 по химии // Химия в школе. — 2016. — № 2. — С. 14–21.

на проверку усвоения целостной системы знаний, которая рассматривается в качестве инвариантного ядра содержания учебного предмета «Химия». Данная система знаний складывается из системы ведущих понятий химии, главным образом из системы понятий о химическом элементе и веществе, и системы понятий о химической реакции. Именно эти предметные знания в ФК ГОС представлены в деятельностной форме в рубриках «знать», «уметь», «понимать» в виде требований к подготовке выпускников. С данными требованиями будет соотноситься и уровень предъявления проверяемых умений в КИМ 2017 г.

Между тем сама практика проведения экзамена, а также практика преподавания химии в условиях постепенного перехода школы к работе по новым стандартам выдвигают новые основания для совершенствования КИМ. С одной стороны, это продиктованная самим экзаменом необходимость повышения дифференцирующей способности заданий с целью повышения объективности оценки учебных достижений экзаменуемых, с другой стороны — назревшая необходимость в проведении последовательного диагностирования возможностей использования экзаменационной модели для объективной оценки результатов освоения основной общеобразовательной программы по химии, которые предусмотрены требованиями ФГОС общего среднего образования. Данными основаниями обусловлены определённые структурные и содержательные изменения, которые реализуются в экзаменационной модели 2017 г.

Изменения в КИМ ЕГЭ 2017 г. имеют различный характер. Так, в одном случае они связаны с корректировкой подходов к построению заданий, которые по результатам экзамена последних лет имели относительно невысокую дифференцирующую способность. Целью корректировки таких заданий является усиление деятельностной основы и практико-ориентированной направленности их содержания. В другом случае изменения в КИМ 2017 года связаны с корректировкой порядка распределения заданий по уровням сложности и видам проверяемых умений и способов действий, которая по своей сути призвана обеспечить повышение объективности оценивания результатов

выполнения заданий экзаменуемыми. Прокомментируем изменения в экзаменационной модели 2017 года более подробно.

Развитие экзаменационной модели КИМ ЕГЭ 2017 г. осуществляется в рамках тех ведущих направлений, начало которым было положено в 2016 г.:

- усиление деятельностной основы и практико-ориентированной направленности содержания КИМ с учётом характера требований стандарта к результатам освоения ООП по химии для средней школы;
- последующее повышение дифференцирующей способности заданий экзаменационной модели.

Реализация этих направлений приводит к ряду изменений в экзаменационной модели ЕГЭ 2017 г.. Принципиально меняются подходы к структурированию части 1 экзаменационной работы. В отличие от экзаменационной модели прошлых лет структура части 1 работы 2107 г. будет включать в себя несколько тематических блоков:

- «Строение атома. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Закономерности изменения свойств химических элементов по периодам и группам». «Строение вещества. Химическая связь»;
- «Неорганические вещества: классификация и номенклатура; химические свойства и генетическая связь веществ различных классов»;
- «Органические вещества: классификация и номенклатура; химические свойства и генетическая связь веществ различных классов»;
- «Химическая реакция». «Методы познания в химии». «Химия и жизнь». «Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций».

В каждом из указанных тематических блоков будут представлены задания как базового, так и повышенного уровней сложности, расположенные по нарастанию того количества действий, которые необходимы для их выполнения. Такая структура части 1 экзаменационной работы в большей мере соответствует структуре самого курса химии. Благодаря этому для экзаменуемых обеспечивается возможность более эффективной концентрации внимания на том, какие знания, понятия и закономерности хи-

мии и в какой взаимосвязи требует выполнение заданий.

Произойдут заметные изменения в подходах к конструированию всех заданий базового уровня сложности. Это могут быть задания с единым контекстом, с выбором

двух верных ответов из пяти, а также задания на установление соответствия между позициями двух множеств и расчётные задачи. Приведём примеры заданий, которые в экзаменационной модели 2017 г. представлены в новом формате.

Пример 1. Задания с единым контекстом

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов. Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1) Na 2) K 3) Si 4) Mg 5) C

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют на внешнем энергетическом уровне только по четыре электрона.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: _____.

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева находятся в одном периоде.

Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их металлических свойств. Запишите в таблицу номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

--	--	--

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют низшую степень окисления, равную –4.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

Пример 2. Задание на выбор двух верных ответов из пяти предложенных вариантов ответа

Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых железо реагирует без нагревания:

- 1) хлорид цинка
- 2) сульфат меди
- 3) концентрированная азотная кислота
- 4) разбавленная соляная кислота
- 5) оксид алюминия

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

Пример 3. Задание базового уровня сложности на установление соответствия между позициями двух множеств, выполнение которого оценивается в 1 балл

Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которой(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) NH_4HCO_3	1) соль средняя
Б) KF	2) оксид кислотный
В) NO	3) оксид несолеобразующий
	4) соль кислая

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В

Ответ:

Пример 4. Расчётная задача

Вычислите массу нитрата калия (в граммах), которую следует растворить в 150 г раствора с массовой долей этой соли 10% для получения раствора с массовой долей 12%.

Ответ: _____ г. (Запишите число с точностью до десятых.)

Планируемые изменения системы заданий базового уровня сложности направлены на повышение их дифференцирующей способности, поскольку выполнение каждого из них потребует использования во взаимосвязи обобщённых знаний, ключевых понятий и закономерностей курса химии.

Повышение дифференцирующей способности заданий даёт возможность уменьшить общее число заданий в экзаменационной работе. Предполагается уменьшение общего числа заданий экзаменационной работы с 40 до 34. Это осуществляется, преимущественно, за счёт упорядочивания оптимального количества тех заданий, выполнение которых предусматривало использование аналогичных видов деятельности. Примером таких заданий, в частности, являются задания, ориентированные на проверку химических свойств солей, кислот, оснований, условий протекания реакций ионного обмена (пример 5).

Пример 5

В пробирку с раствором соли X добавили несколько капель вещества Y.

В результате реакции наблюдали выделение бесцветного газа.

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

- 1) KOH
- 2) HCl
- 3) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
- 4) K_2SO_3
- 5) Na_2SiO_3

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

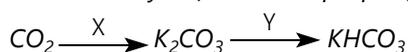
X	Y

Ответ:

Изменение как формата заданий, так и их числа неизбежно связано с корректировкой шкалы оценивания некоторых заданий (пример 6), что, в свою очередь, вызывает и изменение первичного суммарного балла за выполнение работы в целом.

Пример 6. Задания базового уровня сложности, выполнение которых оценивается максимально в 2 балла

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) KCl (р-р)
- 2) K₂O
- 3) H₂
- 4) HCl (избыток)
- 5) CO₂ (р-р)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Важно подчеркнуть, что усиление дифференцирующей способности экзаменационной работы в целом обеспечивается структурированием КИМ по тематическим блокам, так как в каждом из блоков проверка усвоения проверяемых элементов содержания различных разделов курса осуществляется последовательно в соответствии с требованиями стандарта как на базовом, так и на повышенном уровнях сложности. Подтвердим это на примере структурирования тематического блока «Органические вещества: классификация и номенклатура; химические свойства и генетическая связь веществ различных классов».

Этот блок начинается с заданий базового уровня сложности на установление соответствия между позициями двух множеств, которые ориентированы на проверку сформированности умения классифицировать органические вещества.

Пример 7

Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

КЛАСС/ГРУППА

А) метилбензол

1) альдегиды

Б) анилин

2) амины

В) 3-метилбутаналь

3) аминокислоты

4) углеводороды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Далее идут типовые задания базового уровня сложности на выбор двух верных ответов из пяти предложенных вариантов, которые ориентированы на проверку основных положений теории химического строения органических соединений, химических свойств представителей важнейших классов органических веществ и генетической связи между органическими веществами, принадлежащими к различным классам.

Инструментарий

Пример 8

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами бутена-1.

- 1) бутан
- 2) циклобутан
- 3) бутин-2
- 4) бутадиен-1,3
- 5) метилпропен

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

Пример 9

Из предложенного перечня выберите два вещества, при взаимодействии которых с раствором перманганата калия будет наблюдаться изменение окраски раствора.

- 1) циклогексан
- 2) бензол
- 3) толуол
- 4) пропан
- 5) пропилен

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

Пример 10

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует формальдегид.

- 1) Cu
- 2) N_2
- 3) H_2
- 4) Ag_2O (NH_3 р-р)
- 5) CH_3OCH_3

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

Пример 11

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует метиламин.

- 1) пропан
- 2) хлорметан
- 3) водород
- 4) гидроксид натрия
- 5) соляная кислота

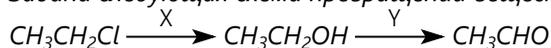
Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

Пример 12

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) H₂
- 2) CuO
- 3) Cu(OH)₂
- 4) NaOH (H₂O)
- 5) NaOH (спирт)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

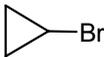
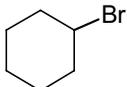
Ответ:

--	--

Тематический блок заканчивается заданиями *повышенного уровня сложности* на установление соответствия между элементами двух множеств, выполнение которых требует системного применения знаний о химических свойствах органических веществ во взаимосвязи с представлениями об их строении, а также знаниями о механизмах протекания соответствующих реакций.

Пример 13

Установите соответствие между названием вещества и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с бромом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ БРОМИРОВАНИЯ
А) этан	1) 
Б) изобутан	2) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{Br} \end{array}$
В) циклопропан	3) Br-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -Br
Г) циклогексан	4) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Br} \end{array}$
	5) CH ₃ -CH ₂ -Br
	6) 

Инструментарий

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	А	Б	В	Г
Ответ:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Пример 14

Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) уксусная кислота и карбонат натрия	1) пропионат натрия
Б) муравьиная кислота и гидроксид натрия	2) этилат натрия
В) муравьиная кислота и гидроксид меди(II) (при нагревании)	3) формиат меди(II)
Г) этанол и натрий	4) формиат натрия
	5) ацетат натрия
	6) углекислый газ

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	А	Б	В	Г
Ответ:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Следствием планируемых изменений в экзаменационной модели в целом должно стать повышение объективности проверки сформированности ряда предметных и метапредметных умений, которые являются важным показателем успешности усвоения предмета. В частности таких умений, как: *применять* знания в системе, *сочетать* знания о химических процессах с пониманием математической зависимости между различными физическими величинами, *самостоятельно оценивать* правильность выполнения учебной и учебно-практической задачи и др.

Часть 2 экзаменационной модели 2017 года по своей структуре и содержательной основе будет аналогична части 2 экзаменационной модели 2016 г. Она будет включать задания *с развёрнутым ответом высокого уровня сложности*, которые предусматривают комплексную проверку усвоения на профильном уровне нескольких (двух и более) элементов содержания из различных содержательных блоков. Выполнение этих заданий предусматривает сформированность следующих умений:

- *объяснять* обусловленность свойств и применения веществ их составом и строением, характер взаимного влияния атомов в молекулах органических соединений, взаимосвязь неорганических и органических веществ, сущность и закономерность протекания изученных типов реакций;
- *проводить* комбинированные расчёты по химическим уравнениям.

Совершенствование экзаменационной модели КИМ ЕГЭ по физике в 2017 году

**Демидова Марина
Юрьевна**

доктор педагогических наук, ФГБНУ «ФИПИ», руководитель федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по физике

**Грибов Виталий
Аркадьевич**

кандидат физико-математических наук, заместитель руководителя федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по физике, kim@fipi.ru

Ключевые слова: экзаменационная модель КИМ ЕГЭ, структура тематического блока, новые модели заданий с кратким ответом, проверяемые учебные действия.

Совершенствование экзаменационной модели ЕГЭ по физике происходит постепенно и, как правило, для изменений используется двухгодичный цикл. Предыдущее изменение модели, в рамках которого произошло существенное уменьшение числа заданий с выбором одного верного ответа и введена новая структура экзаменационной работы, произошло в 2015 г.

В 2017 г. контрольные измерительные материалы по физике претерпели существенные изменения. Из вариантов полностью исключены задания с выбором одного верного ответа и добавлены задания с кратким ответом. В связи с этим предложена новая структура части 1 экзаменационной работы, а часть 2 оставлена без изменений.

При внесении изменений в структуру экзаменационной работы сохранены общие концептуальные подходы к оценке учебных достижений. Содержание экзаменационной работы определяется обязательным минимумом содержания образования и требованиями к подготовке выпускников ФК ГОС. При этом содержание всей экзаменационной работы в целом соответствует стандарту профильного уровня. Однако в работе выделены задания базового уровня, содержание которых соответствует стандарту базового уровня. Минимальное количество баллов ЕГЭ по физике, подтверждающее освоение выпускником программы среднего (полного) общего образования по физике, устанавливается исходя из требований освоения стандарта базового уровня.

При отборе содержания и структуры КИМ по физике учитывается основная задача ЕГЭ — дифференциация выпускников по уровню учебной подготовки для отбора абитуриентов в вузы. Объективность результатов обеспечивается процедурой экзамена, компьютерной проверкой заданий с кратким ответом и проверкой заданий с развёрнутым ответом специально подготовленными экспертами по единым критериям. Структура варианта и форма используемых заданий учитывает бланковую технологию тестирования.

Контрольные измерительные материалы валидны по отношению к содержанию профильного курса физики. Это обеспечивается тем, что:

- в работе содержатся задания по всем разделам школьного курса физики, и приоритет отдаётся наиболее значимым элементам содержания;

- по каждому разделу представлены задания разных уровней сложности (базового, повышенного и высокого);

- количество заданий по тематическому разделу пропорционально учебному времени на изучение данного раздела в школьном курсе физики.

Кроме того экзаменационный вариант обеспечивает проверку разных видов деятельности:

- владение понятийным аппаратом (явления, понятия, величины, законы);

- методологические умения;

- объяснение физических явлений и процессов;

- решение задач.

При разработке экзаменационной модели 2017 г. сохранены основные характеристики, которые позволяют обеспечивать сопоставимость результатов ЕГЭ по годам. В первую очередь — это максимальный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы, который составляет 50 баллов. Не меняется распределение числа заданий по уровням сложности, т.е. сохраняются максимальные баллы, которые можно получить за выполнение всех заданий базового (22 балла), повышенного (16 баллов) и высокого (12 баллов) уровней сложности, а также примерное распределение заданий по тематическим разделам. Всё это позволяет сохранить систему перевода первичного балла в стобалльную шкалу неизменной.

Вариант экзаменационной работы 2017 г. состоит из двух частей и включает в себя 31 задание. Часть 1 содержит 23 задания с кратким ответом. Из них:

- 10 заданий с записью ответа в виде числа,

- 1 задание с записью ответа в виде слова,

- 2 задания с записью ответа в виде двух чисел,

- 4 задания на множественный выбор (2 ответа из 5 возможных),

- 6 заданий на соответствие и изменение величин в физических процессах.

Часть 2 будет содержать 8 заданий, объединённых общим видом деятельности — решение задач. Из них 3 задания с кратким ответом (24–26) и 5 заданий (29–31), для которых необходимо привести развёрнутый ответ.

В работу включены задания трёх уровней сложности. Задания базового уровня включены в часть 1 работы (18 заданий, из которых 13 заданий с записью ответа в виде числа, двух чисел или слова и 5 заданий на соответствие и множественный выбор). Среди заданий базового уровня выделяются задания, содержание которых соответствует стандарту базового уровня.

Использование в экзаменационной работе заданий повышенного и высокого уровней сложности позволяет оценить степень подготовленности учащегося к продолжению образования в вузе. Задания повышенного уровня распределены между частями 1 и 2 экзаменационной работы: 5 заданий с кратким ответом в части 1, 3 задания с кратким ответом и 1 задание с развёрнутым ответом в части 2. Последние 4 задачи части 2 являются заданиями высокого уровня сложности.

Часть 1 экзаменационной работы включает два блока заданий: первый проверяет освоение понятийного аппарата школьного курса физики, а второй — овладение методологическими умениями. Первый блок включает 21 задание, они группируются, исходя из тематической принадлежности: 7 заданий по механике, 5 заданий по МКТ и термодинамике, 6 заданий по электродинамике и 3 по квантовой физике.

Группа заданий по каждому разделу начинается с заданий с самостоятельной формулировкой ответа в виде числа, двух чисел или слова; затем идёт задание на множественный выбор (двух верных ответов из пяти предложенных); 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 набора из двух цифр.

Задания на множественный выбор и на соответствие — 2-балльные и могут конструироваться на любых элементах со-

держания по данному разделу. Понятно, что в одном и том же варианте все задания, относящиеся к одному разделу, будут проверять разные элементы содержания и относиться к разным темам данного раздела.

В качестве примера приведём структуру тематического блока по электродинамике — 13–18.

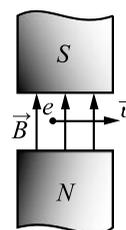
Задание 13 базового уровня с ответом в виде числа проверяет умение определять направление для следующих элементов:

- принцип суперпозиции электрических полей (сложение кулоновских сил или напряжённостей электрических полей),
- взаимодействие магнитов,
- магнитное поле проводника с током,
- сила Ампера и сила Лоренца.

Как видно из приведённого ниже примера задания (пример 1), возможный набор слов для ответа указан в тексте задания.

Пример 1

Электрон e влетел в зазор между полюсами электромагнита со скоростью, направленной горизонтально. Вектор индукции магнитного поля направлен вертикально (см. рисунок). Куда направлена (**вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю**) действующая на электрон сила Лоренца? Ответ запишите словом, словами.

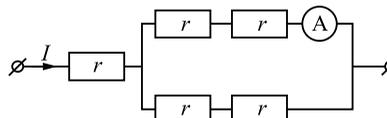


Ответ: _____.

Задания 14 и 15 базового уровня сложности с кратким ответом в виде целого числа или конечной десятичной дроби проверяют различные формулы и законы с использованием простейших расчётов (примеры 2 и 3). Задание 14 конструируется на элементах из 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). Задание 15 проверяет закон электромагнитной индукции, закон Фарадея, закономерности, описывающие процессы в колебательном контуре, законы отражения и преломления света, а также построения хода лучей в линзе.

Пример 2

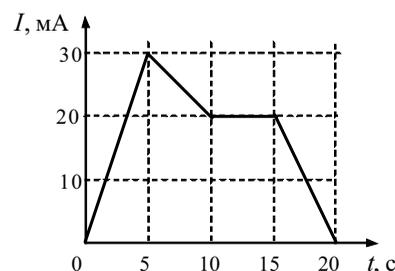
Через участок цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток A . Чему равна сила тока, которую показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.



Ответ: _____ А.

Пример 3

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 15 до 20 с.



Ответ: _____ мкВ.

Задания 16, 17 и 18 с кратким ответом в виде двух цифр оцениваются максимально в 2 балла, если обе цифры ответа указаны верно. Задание 16 на множественный выбор оценивает умение объяснять изученные явления и процессы и интерпретировать результаты различных исследований, представленные в виде таблицы или графиков (пример 4).

Пример 4

Точечный источник света находится в ёмкости с жидкостью и опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 1 см. Выберите два верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	12	24	36	48	60	72	84

- 1) Показатель преломления жидкости меньше 1,5
- 2) Образование пятна на поверхности обусловлено дисперсией света в жидкости
- 3) Образование пятна на поверхности обусловлено явлением полного внутреннего отражения
- 4) Граница пятна движется с ускорением
- 5) Угол полного внутреннего отражения меньше 45°

Ответ:

--	--

Задание 17 оценивает умение анализировать физические явления и процессы, устанавливать физические величины, характеризующие данный процесс, и определять их изменение при протекании явления или процесса (пример 5).

Пример 5

α -частица движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита на такие же траекториями стали двигаться протоны, обладающие той же скоростью. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Индукция магнитного поля	Модуль силы Лоренца

Задание 18 — это задание на установление соответствия между физическими величинами и графиками, или физическими величинами и формулами. Пример одного из таких заданий приведён ниже.

Пример 6

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) напряжение $u(t)$ на конденсаторе	1) $1 \cdot \cos(5000t + \frac{\pi}{2})$
Б) энергия $W_c(t)$ электрического поля конденсатора	2) $20 \cdot \cos(5000t)$
	3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$
	4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

Ответ:

А	Б

В тематических разделах по механике и электродинамике представлены все три типа этих двухбалльных заданий; в разделе по молекулярной физике — 2 задания (одно из них — на множественный выбор, а другое — либо на изменение физических величин в процессах, либо на соответствие); в разделе по квантовой физике — только 1 задание (на изменение физических величин или на соответствие).

В тематических разделах самого пристального внимания заслуживают задания 5, 11 и 16, которые проверяют анализ экспериментальных данных, интерпретацию исследования и объяснение процессов и явлений. Именно эти умения относятся по результатам ЕГЭ предыдущих лет к области дефицитов, но именно эти умения являются и самыми важными результатами изучения школьного курса физики.

Следует обратить внимание и на изменение форм отдельных линий заданий. О форме задания 13 упоминалось выше. В разделе по квантовой физике хочется обратить внимание на задание 19, которое проверяет знания о строении атома, атомного ядра или ядерных реакциях. У этого задания изменилась форма. Ответ, представляющий собой два числа, необходимо сначала записать в предложенную таблицу, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и дополнительных знаков. Ниже приведён пример такой формы задания.

Пример 7

В результате реакции синтеза ${}_x^Y Z + {}_4^9 \text{Be} \rightarrow {}_5^{10} \text{B} + {}_0^1 n$

Ответ:

Зарядовое число X	Массовое число Y

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

В конце части 1 предлагаются 2 задания базового уровня сложности, проверяющие различные методологические умения и относящиеся к разным разделам физики. Задание 22 с использованием фотографий или рисунков измерительных приборов направлено на проверку умения записывать показания приборов при измерении физических величин с учётом абсолютной погрешности измерений. Абсолютная погрешность измерений задаётся в тексте задания: либо в виде половины цены деления, либо в виде цены деления (в зависимости от точности прибора). Пример такого задания приведён ниже.

Пример 8

На производстве измеряли температуру воды. Показания термометра приведены на фотографии. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Чему равна температура воды по результатам этих измерений?



Запишите в ответ показания термометра с учётом погрешностей измерений.

Ответ: (_____ ± _____) °С.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

Задание 23 проверяет умение выбирать оборудование для проведения опыта по заданной гипотезе. В этой модели изменилась форма задания, и теперь оно представляет собой задание на множественный выбор (двух элементов из пяти предложенных), но оценивается в 1 балл, если верно указаны оба элемента ответа. Могут предлагаться три различные модели заданий: на выбор двух рисунков, графически представляющих соответствующие установки для опытов; на выбор двух строк в таблице, которая описывает характеристики установок для опытов; и на выбор названия двух элементов оборудования или приборов, которые необходимы для проведения указанного опыта. Ниже приведено два примера таких заданий.

Пример 9

Для проведения опыта по обнаружению зависимости сопротивления проводника от материала, из которого сделан проводник, ученику выдали пять проводников, параметры которых указаны в таблице. Какие два проводника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

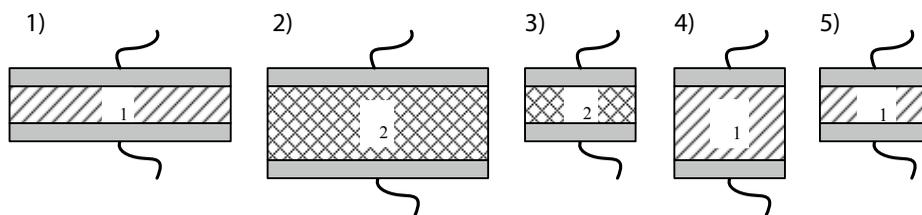
№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	медь
2	10 м	0,5 мм	медь
3	20 м	1,0 мм	алюминий
4	10 м	0,5 мм	алюминий
5	10 м	1,0 мм	медь

В ответ запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

Пример 10

Конденсатор состоит из двух круглых пластин, между которыми находится диэлектрик (ϵ – диэлектрическая проницаемость диэлектрика). Необходимо экспериментально установить, как зависит ёмкость конденсатора от расстояния между его пластинами. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

Часть 2 работы посвящена решению задач. Это традиционно наиболее значимый результат освоения курса физики средней школы и наиболее востребованная деятельность при дальнейшем изучении предмета в вузе. В этой части в КИМ 8 различных задач: 3 расчётные задачи с самостоятельной записью числового ответа повышенного уровня сложности и 5 задач с развёрнутым ответом, из которых — 1 качественная и 4 расчётные.

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.

При этом, с одной стороны, в разных задачах в одном варианте не используются одинаковые не слишком значимые содержательные элементы, а с другой — применение фундаментальных законов сохранения может встретиться в 2–3 задачах. Если рассматривать «привязку» тематики заданий к их позиции в варианте, то на позиции 28 всегда будет задача по механике, на позиции 29 — по МКТ и термодинамике, на позиции 30 — по электродинамике, а на позиции 31 — преимущественно по квантовой физике (если только материал квантовой физики не будет задействован в качественной задаче на позиции 27).

Сложность задач определяется как характером деятельности, так и контекстом. В расчётных задачах повышенного уровня сложности (24–26) предполагается использование изученного алгоритма решения задачи и предлагаются типовые учебные ситуации, с которыми учащиеся встречались в процессе обучения и в которых используются явно заданные физические модели. В этих задачах предпочтение отдаётся стандартным формулировкам.

Первое из заданий с развёрнутым ответом — качественная задача, решение которой представляет собой логически выстроенное объяснение с опорой на физические законы и закономерности. Здесь хочется ещё раз обратить внимание на необходимость представления полного объяснения без логических пропусков и с обязательным указанием на названия явлений, на используемые формулы и законы.

Для расчётных задач высокого уровня сложности (28–31) необходим анализ всех этапов решения, поэтому они предлагаются в виде заданий с развёрнутым ответом. Здесь используются изменённые ситуации, в которых необходимо оперировать большим, чем в типовых задачах, количеством законов и формул, вводить дополнительные обоснования в процессе решения, или совершенно новые ситуации, которые не встречались ранее в учебной литературе и предполагают серьёзную деятельность по анализу физических процессов и самостоятельному выбору физической модели для решения задачи.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2016 года по биологии

**Калинова Галина
Серафимовна**

кандидат педагогических наук, ФГБНУ «ФИПИ»,
руководитель федеральной комиссии по разработ-
ке КИМ для ГИА по биологии

**Петросова Рената
Арминаковна**

кандидат педагогических наук, заместитель руко-
водителя федеральной комиссии по разработке
КИМ для ГИА по биологии

**Рохлов Валерьян
Сергеевич**

кандидат педагогических наук, заместитель руко-
водителя федеральной комиссии по разработке
КИМ для ГИА по биологии, kim@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по биологии, основные результаты ЕГЭ по биоло-
гии в 2016 году, анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов
по группам учебной подготовки, статистические характеристики заданий экзаме-
национной работы.

Основу разработки КИМ ЕГЭ в 2016 году, как и в предыдущие годы, со-
ставило инвариантное ядро содержания биологического образования, кото-
рое отражено в Федеральном компоненте государственного образовательного
стандарта.

Контрольные измерительные материалы для проведения ЕГЭ в 2016 году
разрабатывались с учётом тех общих установок, на основе которых формиро-
вались экзаменационные модели прошлых лет. Задания в экзаменационной
работе контролировали содержание биологического образования по семи бло-
кам: 1. Биология — наука о живой природе; 2. Клетка как биологическая си-
стема; 3. Организм как биологическая система; 4. Система и многообразие ор-
ганического мира; 5. Человек и его здоровье; 6. Эволюция живой природы; 7.
Экосистемы и присущие им закономерности.

Работа включает задания, различные по форме предъявления, уровню
сложности, а также по способам оценки их выполнения. Включение в экза-
менационную работу заданий разного типа и сложности позволяет опреде-
лить степень подготовки каждого участника, дифференцировать аттестуемых
по уровню их готовности к дальнейшему обучению. Задания базового уровня
в работе (45%) направлены на проверку освоения существенных элементов со-
держания курса биологии средней школы, сформированности у выпускников

биологической компетентности, овладения разнообразными видами учебной деятельности. Задания повышенного и высокого уровней сложности направлены не только на проверку освоения биологического содержания, но и на выявление выпускников, которые способны продолжить обучение в высших учебных заведениях биологического профиля. Особое место в КИМ занимают задания с развёрнутым ответом, которые имеют большое значение для получения объективных результатов ЕГЭ по биологии. Они исключают угадывание ответа, позволяют не только оценить учебные достижения экзаменуемых, глубину знаний по предмету, но и выявить логику их рассуждений, умение применять полученные знания в новых нестандартных ситуациях, устанавливая причинно-следственные связи, обобщать, обосновывать, делать выводы, логически мыслить, чётко и по существу вопроса излагать ответ. При выполнении этих заданий участники имеют возможность изложить свои мысли, привести необходимые аргументы, продемонстрировать глубину знаний по биологии. Задания с развёрнутым ответом хорошо дифференцируют учащихся по уровням подготовки.

Равноценность вариантов экзаменационной работы обеспечивалась соблюдением одинакового количества заданий, проверяющих инвариантное ядро содержания различных разделов курса биологии.

В 2016 г. модель ЕГЭ по биологии осталась такой же, как и в 2015 году. В то же время, учитывая результаты ЕГЭ 2015 года, в целях повышения объективности оценки учебных достижений экзаменуемых в части 1 были усовершенствованы задания с множественным выбором и на соответствие, исключены альтернативные элементы ответа. Это дало возможность повысить соответствие этих заданий заявленному уровню сложности.

В части 2 были усложнены задания на работу с текстом (нахождение и исправление ошибок) за счёт увеличения объёма текста с 5 до 7 предложений. Проведённые изменения позволили повысить дифференцирующую способность заданий и объективность оценки учебных достижений участников.

Каждый вариант экзаменационной работы, как и в 2015 году, включал 40 заданий

и состоял из двух частей, различающихся формой и уровнем сложности.

1. Часть 1 содержала 33 задания, из них 25 заданий с выбором одного верного ответа, 8 заданий с кратким ответом: 3 с множественным выбором, 4 на установление соответствия и 1 на определение последовательности биологических объектов, процессов, явлений.

2. Часть 2 состояла из 7 заданий со свободным развёрнутым ответом: 1 задание на два элемента ответа и 6 заданий на три и более элемента.

3. По уровню сложности задания распределялись следующим образом:

- а) 18 заданий базового уровня с выбором одного верного ответа;
- б) 7 заданий повышенного уровня с выбором одного верного ответа;
- в) 8 заданий повышенного уровня с кратким ответом;
- г) 7 заданий высокого уровня с развёрнутым ответом.

Наблюдается тенденция роста числа участников экзамена по биологии по сравнению с предыдущими годами. В ЕГЭ 2016 г. по биологии в основном периоде приняли участие 129 851 человек, что примерно на 6 000 участников больше, чем в 2015 году (122,9 тыс. человек), и на 2 000 больше, чем в 2014 году (127,5 тыс. человек). Следует отметить, что доля участников по биологии от общего числа сдающих ЕГЭ также возросла и составила в среднем 18%. Экзамен по биологии традиционно выбирают мотивированные абитуриенты, поступающие в медицинские вузы, ветеринарные и сельскохозяйственные академии, на психологические и биологические факультеты педвузов и университетов, в институты физкультуры. Увеличение числа участников ЕГЭ по биологии можно объяснить возрастанием интереса к предметам естественнонаучного цикла и профессиям, требующим знания биологии.

Проведённый качественный анализ ответов экзаменуемых позволил определить круг проблем, связанных с освоением определённых элементов содержания разными группами экзаменуемых, выявлением затруднений и типичных ошибок, повторяющихся из года в год.

Для получения наиболее полного представления об уровне биологической подготовки экзаменуемых были проанализированы результаты выполнения заданий по каждому содержательному блоку.

Блок 1. Биология — наука о живой природе

Содержание этого блока проверялось только 1-м заданием базового уровня в части 1 (*линия 1*). Выполнение этих заданий не вызвало особых затруднений у участников ЕГЭ и в среднем составило 73%. Однако отдельные задания вызвали определённые трудности. Так, верно определить науку, изучающую причины изменчивости организмов, смогли 49% участников, а принадлежность миграции копытных в степи к биоценотическому уровню организации установили только 27% участников. Следует отметить, что задания по определению уровня организации объекта или процесса в среднем выполняются хуже, чем задания на определение методов биологической науки.

Блок 2. Клетка как биологическая система

Данный блок в работе представлен в среднем 5–6 заданиями, из них 2 базового, 3 повышенного, 1–2 высокого уровня сложности. Проанализируем выполнение заданий этого блока по отдельным линиям.

Линия 2. Клеточная теория. Многообразие клеток. Клетка: химический состав, строение, функции. (Базовый уровень).

В среднем выполнение заданий этой линии составило 51%. На снижение уровня выполнения повлияли следующие задания с низкими результатами (в скобках указан процент выполнения задания):

- перенос ионов калия и натрия с участием мембранных белков и энергии в клетке (36%);
- особенность вторичной структуры белка (49%);
- наличие рибосом в митохондриях (49%);
- наличие лизосом в эукариотической клетке, в отличие от прокариотической (35%);
- накопление в комплексе Гольджи синтезированных в клетке продуктов (49%);

- исчезновение хвоста у головастиков в связи с деятельностью лизосом (40%);
- отличие митохондрий от хлоропластов процессом окисления органических веществ до неорганических (47%);
- третичная структура белка, которая формируется за счёт гидрофобных связей между радикалами (21%);
- синтез липидов и полисахаридов на гладкой ЭПС (34%).

Линия 3. Метаболизм клетки. Энергетический обмен и фотосинтез. Реакции матричного синтеза. (Повышенный уровень.)

В среднем выполнение заданий этой линии составило 48,8%, что соответствует заявленному уровню сложности. Однако отдельные задания выполнили менее 30% участников экзамена:

- определение числа триплетов в рибосоме при биосинтезе белка, способных присоединять тРНК в момент сборки полипептидной цепи (2 триплета) (20%);
- вырожденность генетического кода — наличие нескольких кодонов у аминокислот (19–23%);
- определение места протекания процесса по схеме реакции окисления глюкозы до ПВК, представленной в условии задания (28%);
- соответствие антикодона и триплета на ДНК одной аминокислоте (35–39%);
- выделение всей энергии в виде тепла на подготовительном этапе энергетического обмена (38%).

Столь низкие результаты объясняются слабыми знаниями обучающихся процессов клеточного метаболизма, а также неумением большинства выпускников проводить анализ предложенных биологических процессов.

Линия 4. Жизненный цикл клетки. Хромосомный набор клетки. Деление клеток. (Повышенный уровень.)

Средний результат выполнения заданий данной линии составил 47,2%, что соответствует заявленному уровню сложности. Так, задания, в которых необходимо было определить по рисунку фазы митоза или мейоза, овогенеза, выполнили 41–48% участников ЕГЭ. С заданиями на определение числа молекул ДНК или хромосом в соматических или половых клетках в разных фазах деления клетки справились 35–47% участ-

ников. Следует отметить, что задания этой линии в 2016 году выполнены успешнее, чем в 2015 году.

Линия 26. Обобщение и применение знаний о клеточно-организменном уровне организации жизни. Задания с множественным выбором ответов. (Повышенный уровень.)

Средний результат выполнения заданий составил 53,2%. В целом с заданиями этой линии справились и получили максимальные 2 балла более половины участников. В то же время результаты выполнения некоторых заданий оказались ниже 30%:

- события, происходящие в митозе: формирование веретена деления, спирализация хромосом, расхождение хроматид к полюсам клетки (31%);
- определение процессов, происходящих в темновой фазе фотосинтеза: восстановление углекислого газа, образование крахмала, расщепление АТФ (28%);
- характеристика бескислородного (анаэробного) этапа энергетического обмена (19–26%);
- процессы, относящиеся к реакциям матричного синтеза (29%);
- характеристики процесса трансляции (20%);
- характеристика процесса формирования восьмиядерного зародышевого мешка, образования спермиев в пыльцевом зерне, развития пыльцевой трубки при прорастании пыльцы (29%).

Наиболее низкие результаты получены при выполнении задания, в котором требовалось определить характеристики хемосинтезирующих бактерий (15%).

Несмотря на то, что все перечисленные понятия и процессы представлены в рекомендованных учебниках общей биологии базового и профильного уровней, они по-прежнему остаются сложными и слабо сформированными у выпускников.

Линия 29. Сопоставление биологических объектов, процессов, явлений, проявляющихся на клеточно-организменном уровне организации жизни. (Повышенный уровень.)

При среднем результате выполнения заданий этой линии 37,2% по отдельным заданиям получены очень низкие результаты:

- установление соответствия между функцией органических веществ в клет-

ке и углеводами и липидами (2 балла — 4%; 1 балл — 16%);

- установление соответствия между характеристикой и органоидами клетки: митохондриями и хлоропластами (14%), лизосомами и комплексом Гольджи (19%);
- установление соответствия между характеристикой прокариотической и эукариотической клетки (20%);
- сопоставление пластического и энергетического обмена веществ в клетке (22%);
- установление соответствия между характеристиками и этапами энергетического обмена (2 балла — 7%; 1 балл — 16%);
- установление соответствия между характеристиками и типом деления — митозом и мейозом (7%).

Линия 33. Установление последовательности биологических процессов. (Повышенный уровень.)

Задания этой линии из года в год оказываются наиболее сложными для выпускников. Средние результаты выполнения по данной теме составили 26%, тогда как общий средний результат этой линии по всей работе — 36%. Трудности у экзаменуемых вызывают задания на установление последовательности процессов, протекающих в митозе и мейозе (10%), при биосинтезе белка (11%), фотосинтезе (12–18%), сперматогенезе (23%).

Необходимо отметить, что вопросы на одну и ту же тему вызывают у участников сходные затруднения независимо от типа задания. Однако задания на соответствие оказались самыми сложными для экзаменуемых, что свидетельствует о слабо сформированных умениях устанавливать взаимосвязи между строением и функциями органических веществ, органоидов клетки, процессами обмена веществ в клетке, типом деления клетки.

В части 2 работы содержание этого блока проверялось отдельными заданиями линий 34, 35, 36, а также полностью в линии 39. Все эти задания имеют высокий уровень сложности и интервал их выполнения — 7–30%.

Линия 34. Применение биологических знаний в практических ситуациях (практико-ориентированное задание).

В этой линии представлено не более 4 заданий блока 2. Наибольшие трудности вызвало лишь одно, в котором требова-

лось объяснить причину хорошо развитого и многочисленного комплекса Гольджи в клетках нейронов, исходя из функций органоида. Его выполнили и получили максимальные 2 балла только 3% участников. Основная доля участников, которые выполняли это задание, в ответе указали только функции аппарата Гольджи, за что и получили 1 балл (33%). Экзаменуемые не смогли связать его развитие с выработкой специальных веществ — медиаторов, обеспечивающих передачу нервного импульса от нейрона к нейрону.

В *линии 35* были представлены всего 2 задания этого блока на работу с изображением фазы митоза и мейоза. Его выполнили и получили максимальный балл 21% участников, что соответствует заявленному уровню.

В *линии 36* на работу с текстом было предложено только 1 задание, в котором описывались строение и функции органоидов клетки. Его выполнили и получили максимальный балл 31% участников.

Линия 39. Решение задач по цитологии на применение знаний в новой ситуации.

Следует отметить, что с заданиями этой линии справились в среднем 31% участников. Однако результаты выполнения отдельных заданий оказались значительно ниже (менее 5%). Приведём пример задания:

Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека в начале интерфазы составляет около $6 \cdot 10^{-9}$ мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в ядрах клеток при овогенезе непосредственно перед началом мейоза и в анафазе мейоза I. Объясните полученные результаты (3 балла — 5%; 2 балла — 8%).

Определение хромосомного набора гаметофита и спорофита хламидомонады (2%), листьев и спор мха кукушкина льна (5%).

В целом по данному блоку к числу слабо сформированных у выпускников знаний и умений можно отнести:

- 1) обмен веществ и превращение энергии в клетке;
- 2) характеристику фаз митоза и мейоза, определение числа хромосом и ДНК в клетках в разных фазах митоза и мейоза;
- 3) определение хромосомного набора клеток гаметофита и спорофита разных групп растений.

Блок 3. Организм как биологическая система

Данный блок в экзаменационной работе представлен в среднем 6–7 заданиями в варианте, из них 3 базового, 2–3 повышенного, 1–2 высокого уровня сложности.

Большинство выпускников овладели знаниями об организме как биологической системе, продемонстрировали умения решать генетические задачи. Позитивную роль в этом сыграло то, что подобные задачи из года в год включаются в варианты ЕГЭ, поэтому им стали уделять больше внимания. Вместе с тем выявлены определённые знания и умения, которые слабо сформированы у экзаменуемых.

Линия 5. Организм. Онтогенез. Воспроизведение организмов. (Базовый уровень.)

В среднем результаты выполнения оказались несколько ниже заявленного уровня и составили 55,1%. Приведём задания с наиболее низкими результатами:

- развитие с неполным превращением лесного клопа (28%);
- начало гастрюляции у ланцетника (46%);
- уменьшение числа хромосом в 2 раза в телофазе мейоза I (43%);
- формирование зародышевых листков у ланцетника на стадии гастрюлы (42%);
- отсутствие расщепления признаков у потомков при вегетативном размножении (40%).

Линия 6. Основные генетические понятия. Закономерности наследственности. (Базовый уровень.) Средний результат выполнения составил 68%.

Трудности у участников возникли при выполнении заданий, в которых требовалось определить близнецовый метод изучения генетики человека, который позволяет изучить влияние среды на формирование фенотипа (44%). Задачи по генетике, предлагаемые в этой линии, не вызвали затруднений, их верно выполнили 56–68% участников. Лишь одну задачу, в которой предлагалось определить генотипы родительских особей при расщеплении в потомстве 1:1, выполнили только 39%.

Линия 7. Закономерности изменчивости. Наследственная и ненаследственная изменчивость. (Базовый уровень.)

С заданиями этой линии справились 55% участников, что несколько ниже заявленного уровня. Сложными для выполнения оказались задания, в которых требовалось определить вид мутации, вызывающий синдром Дауна, полиплоидию, уменьшение числа хромосом в зиготе (39–47%). Участники также затруднились ответить, чем обусловлены различия между однояйцевыми близнецами (39%), что представляет собой норма реакции признака (48%).

Линия 8. Селекция. Биотехнология. (Повышенный уровень.)

Результат выполнения заданий в среднем составил 53,7%. Затруднения вызвало только 1 задание, в котором требовалось установить роль клеточной инженерии в сокращении сроков получения нового сорта (32%). Видимо, многочисленные рекомендации на протяжении нескольких лет усилить внимание к изучению раздела «Основы селекции и биотехнологии» были учтены в практике преподавания биологии.

Линия 26. Обобщение и применение знаний об организменном уровне организации жизни. Задания с множественным выбором ответов. (Повышенный уровень.)

Средние результаты выполнения заданий этой линии составили 56%. Однако некоторые задания оказались выполнены неудовлетворительно. Максимальные 2 балла получили ниже 30% экзаменуемых. Сложности вызвал учебный материал:

- примеры бесполого размножения организмов (29%);
- причины комбинативной изменчивости (29%);
- процессы, предшествующие двойному оплодотворению покрытосеменных растений (27%);
- методы биотехнологии (25%);
- признаки гастрюляции эмбриона ланцетника (16%);
- структуры организма человека, формирующиеся из мезодермы (13%).

Линия 29. Сопоставление биологических объектов, процессов, проявляющихся на организменном уровне. (Повышенный уровень.)

Средний процент выполнения составил 37,5%. Лишь результаты 2 заданий, в которых требовалось установить соответствие между характеристикой и видом изменчиво-

сти (комбинативной, цитоплазматической, фенотипической), оказались низкими. Эти задания выполнили и получили максимальные 2 балла только 12–19% экзаменуемых.

Линия 33. Установление последовательности биологических процессов. (Повышенный уровень.)

В данной линии из 6 заданий только по 1 получены низкие результаты — 7% выполнения. В задании требовалось установить последовательность цикла развития папоротника. Все остальные задания выполнены в среднем 51% участников.

Линия 40. Решение задач по генетике. (Высокий уровень.)

В заданиях предлагались генетические задачи на дигибридное скрещивание, сцепленное наследование признаков, анализ родословных. С этими заданиями, которые ещё несколько лет назад вызывали затруднения экзаменуемых, в среднем справились и получили максимальные баллы 22–35% участников, по сравнению с запланированным выполнением в интервале 7–25%. Кроме составления схем скрещивания и определения генотипов родителей и потомства учащиеся обосновывали полученные результаты и указывали, какой закон имел место в конкретном случае. Незначительные затруднения вызвали одна из задач на анализ родословной (3%) и задача на дигибридное скрещивание на наследование группы крови и цвета глаз (5%).

Можно отметить положительную динамику в овладении выпускниками умениями решать задачи по генетике. Положительную роль в этом сыграли постоянное использование в экзаменационной работе генетических задач разного типа и рекомендации, данные по решению и оформлению задач в пособиях по подготовке к ЕГЭ.

Блок 4. Система и многообразие органического мира

Данный блок был представлен в среднем 8–9 заданиями: 5 заданий базового, 1–2 повышенного, 1–2 высокого уровня сложности. В работу включены вопросы общебиологического характера из основной школы, проверяющие материал о систематике организмов, особенностях строе-

ния и жизнедеятельности бактерий, грибов, растений и животных.

Содержание данного блока изучается в основной школе, но полученные результаты свидетельствуют о достаточной подготовке выпускников к экзамену, повторении ими материала за курс основной школы. Средний результат выполнения заданий базового уровня с выбором одного верного ответа по данному блоку составил 64–70%, заданий повышенного уровня сложности с кратким ответом — 40–55%, а высокого уровня — 26–37%, что соответствует показателям по другим блокам. Однако отдельные задания в каждой линии вызвали серьёзные затруднения, их результаты оказались значительно ниже заявленного уровня сложности.

Линия 9. Классификация организмов. Вирусы. Бактерии. Грибы. Лишайники. Особенности строения и жизнедеятельности. (Базовый уровень.)

Средний результат выполнения задания этой линии составил 70%, что соответствует заданиям базового уровня. Лишь 1 задание вызвало затруднение, его выполнение оказалось ниже заявленного уровня. Только 45% участников отнесли лишайники к комплексной группе организмов, тогда как остальные причислили их к растениям или грибам.

Линия 10. Царство Растения. Покрытосеменные растения. Строение, жизнедеятельность. Классы покрытосеменных. (Базовый уровень.)

В основном экзаменуемые справились с заданиями этой линии. Их правильно выполнили 64,8% участников. Однако по нескольким заданиям получены низкие результаты: образование в завязи зародыша в результате опыления и оплодотворения (47%); развитие побега из вегетативной почки (49%); вегетативное размножение пырея с помощью корневища (44%).

Традиционно слабо усвоен материал по физиологии растений. Вызвало затруднение определение по рисунку среза древесного стебля слоя, за счёт которого дерево растёт в толщину (37%). Правильно назвали ассимиляционную ткань растения, в которой осуществляется фотосинтез, 36% участников; по каким сосудам происходит передвижение воды и минеральных

веществ — 34%. Указали отличие клеток устьиц от остальных клеток кожицы листа только 32% участников.

Линия 11. Основные отделы растений. Особенности строения и жизнедеятельности. (Базовый уровень.)

Результаты выполнения этой линии составили в среднем 61,3%. Но с некоторыми заданиями этой линии справились менее 50% участников, хотя проверяемый материал считается базовым и рассматривается во всех школьных учебниках. К трудным вопросам можно отнести следующие:

- признаки деления покрытосеменных на два класса: по числу семядолей (44%), по строению семени, корневой системы и жилкованию листьев (45%);
- появление в процессе эволюции впервые семени у семенных папоротников (34%), стеблей с зачатками листьев у псилофитов (31%).

Неожиданно низкий результат получен при выполнении задания, где требовалось определить, что шишка хвойных растений является видоизменённым побегом (27%). Часть учащихся отнесла её к плоду или цветку.

Линия 12. Царство Животные. Одноклеточные (простейшие). Основные типы и классы беспозвоночных животных. (Базовый уровень.)

Задания этой линии выполнены значительно лучше, чем в предыдущие годы. Средний результат выполнения составил 65,6%. Только по 2 заданиям получены низкие результаты. Участники экзамена затруднились определить стадию, отсутствующую у насекомых с неполным превращением (48%), и роль инфузории-туфельки в природных сообществах (42%).

Линия 13. Хордовые животные. Основные классы, их характеристика. (Базовый уровень.)

Традиционно задания этой линии выполняются лучше, чем задания, контролируемые материал о растениях и беспозвоночных животных. Средний результат выполнения составил 70,5%. Однако экзаменуемые затруднились определить отличие позвоночника лягушки от позвоночника рыбы наличием шейного и крестцового отделов (45%) и значение воздушных мешков для предохранения от перегрева тела пти-

цы во время полёта (35%). По изображению на рисунке утконоса участники не смогли определить его систематическое положение и отнести к группе Первозвери. Это задание выполнили только 29%.

Линия 27. Обобщение и применение знаний о многообразии организмов. Задания с множественным выбором ответов. (Повышенный уровень.)

Несмотря на то, что средний результат выполнения заданий этой линии составил 54,9%, многие вопросы оказались сложными для участников. Они затруднились определить признаки, по которым земноводных, ланцетника относят к типу хордовых (соответственно 20%, 11%), отличительные признаки птиц и пресмыкающихся (27%), признаки человеческой аскариды как представителя типа Круглые черви (11%).

Положительную роль микрофлоры (бактерий) толстого кишечника в организме человека определили только 21%, а общие свойства бактерий и грибов установили 28% участников. Затруднение вызвало и задание, в котором необходимо было определить, какие видоизменения у конкретных растений являются подземными побегами (21%).

Полученные результаты свидетельствуют не об отсутствии знаний, а в большей степени о несформированности учебных умений анализировать и сравнивать организмы разных групп. Кроме того, выполнение заданий с множественным выбором снижает возможность случайного угадывания ответа.

Линия 30. Сопоставление особенностей строения и функционирования организмов разных царств.

В среднем результаты выполнения заданий на установление соответствия всегда несколько ниже, чем на множественный выбор, — 47%. По целому ряду заданий участники показали низкие результаты:

- сопоставление признаков круглых и кольчатых червей (28%); кишечнополостных и плоских червей (19%); аскариды, бычьего цепня, печёночного сосальщика (10%);
- установление соответствия между признаками паукообразных и насекомых (29%), моллюсков и членистоногих (23%),

признаками развития насекомых с полным и неполным превращением (28%);

- установление соответствия между признаками однодольных и двудольных растений (15–28%), отделов Хвощевидные и Моховидные (23%); между характеристиками сосудов и ситовидных трубок растений (16%), главного и придаточного корня (29%);

- установление соответствия между характеристиками шляпочных и плесневых грибов (24%).

Слабо сформированными оказались умения участников сопоставлять и сравнивать особенности строения и жизнедеятельности растений разных отделов и классов, характеристики органов растений, признаков животных разных типов и классов.

В части 2 работы задания с развёрнутым ответом **линий 34, 35, 36** выполнены в соответствии с заявленным уровнем сложности. Средние результаты выполнения заданий по блоку 4 составили соответственно 31,6%, 26,8%, 37,4%, что несколько выше предполагаемых результатов.

Однако, несмотря на высокие результаты, по ряду заданий они оказались ниже.

Линия 35. Задание с изображением биологического объекта (рисунок, схема, график и др.). В этой линии можно выделить всего 2 задания, которые вызвали сложности. В 1 задании с изображением цветочной почки требовалось назвать тип почки, определить её части и их функции. На 3 балла его выполнили только 5% участников, остальные не смогли дать полный и правильный ответ.

В другом задании по изображению скелета птицы требовалось назвать киль и цевку и объяснить их функции (3 балла — 4%; 2 балла — 11%).

Линия 36. Задание на анализ биологической информации. Работа с текстом.

В нескольких заданиях участники не смогли правильно определить и исправить ошибки в тексте.

Тексты о питании, дыхании и других процессах жизнедеятельности моллюсков (3 балла — 1%; 2 балла — 7%); о систематике простейших, выделительных и пищеварительных вакуолях (3 балла — 1%; 2 балла — 7%). Многие участники не сумели правильно-

но определить систематическое положение простейших, посчитали его типом.

Тексты о строении и жизнедеятельности кишечнорастворимых (3 балла — 4%); характерных признаках первичноводных и вторичноводных животных (3 балла — 4%).

Линия 37. Обобщение и применение знаний о многообразии организмов.

В этой линии по блоку 4 оказалось наибольшее количество заданий, вызвавших затруднение даже у участников с высокими баллами. Приведём конкретные примеры:

- особенности строения коралловых полипов, обеспечивающие их питание при прикрепленном образе жизни (3 балла — 3%; 2 балла — 23%). В ответе необходимо было отметить не только наличие стрекательных клеток и многочисленных околоротовых щупалец, но и общую кишечную полость. Отсутствие именно этой особенности повлияло на получение максимального балла;

- особенности строения и жизнедеятельности насекомых, способствующие их процветанию в настоящее время (3 балла — 3%; 2 балла — 12%). В задании требовалось не только перечислить особенности строения, но и пояснить их значение. Если пояснение отсутствовало, то элемент ответа считался неполным, и балл не присваивался. Участники, которые отвечали на это задание, чаще ограничивались простым перечислением фактов, что и привело к низким результатам;

- по заданию, в котором требовалось указать и объяснить особенности строения двусторчатых моллюсков, способствующих их процветанию, получены также низкие результаты (3 балла — 0%; 2 балла — 6%).

Неожиданно сложными оказались задания, в которых требовалось перечислить признаки, по которым крокодилов и водных черепах относят к классу Пресмыкающиеся (5%), причины отсутствия в пустынях земноводных, исходя из особенностей их строения и размножения (4%).

Низкие результаты получены и при выполнении задания, в котором требовалось указать особенности строения и жизнедеятельности лишайников (3 балла — 1%; 2 балла — 16%). Следует отметить, что за-

дания, проверяющие материал о лишайниках, вызвали затруднения на всех уровнях: базовом, повышенном и высоком. На эти вопросы следует обратить внимание при изучении биологии в школе.

Блок 5. Человек и его здоровье

Заданиями этого блока контролировались знания о строении и функционировании организма человека, составляющие основу санитарно-гигиенических норм и правил здорового образа жизни. Данный блок представлен в среднем 9 заданиями: 5 заданий базового, 1–2 повышенного, 2 высокого уровня сложности.

Анализ результатов выполнения заданий этого блока свидетельствует об усвоении выпускниками знаний о строении и функциях организма человека, овладении ими основными учебными умениями.

Линия 14. Человек. Ткани. Органы, системы органов: опорно-двигательная, покровная, выделительная. Размножение и развитие. (Базовый уровень.)

Результаты выполнения заданий этой линии составили в среднем 62%. Только по нескольким заданиям получены низкие результаты: на определение по рисунку типа ткани, которая обеспечивает восприятие человеком информации из внешней среды (30%); определение типа ткани, которая выполняет запасающую функцию в организме человека (38%); наличие жёлтого костного мозга в трубчатых костях человека (39%).

Линия 15. Человек. Органы, системы органов: пищеварения, дыхания, кровообращения, лимфоток. (Базовый уровень.)

Результаты выполнения заданий этой линии в среднем составили 59%.

Низкие результаты получены в основном при выполнении задания по системе кровообращения и лимфотока: образование лимфы в организме человека из межклеточной жидкости (50%); поступление лимфы из лимфатической системы в полые вены (40%); функции клапанов в сердце человека (44%); определение по рисунку камер сердца, куда поступает артериальная кровь по лёгочным венам (37%); принадлежность слепой кишки к толстому кишечнику (40%).

Линия 16. Внутренняя среда организма человека. Иммуитет. Обмен веществ. Ви-

тамины. Эндокринная система. (Базовый уровень.)

Следует отметить высокие результаты выполнения заданий этой линии. Так, средний результат составил 66%. Затруднения возникли только при выполнении задания на знание тканевой жидкости (45%) и синтеза АТФ в организме человека в процессе энергетического обмена (47%). Низкий результат по второму заданию можно объяснить отсутствием знаний об обмене веществ на клеточном уровне (блок 2).

Линия 17. Нервная система. Нейрогуморальная регуляция. Анализаторы. (Повышенный уровень.)

Обобщённые результаты выполнения заданий этой линии (61%) свидетельствуют об освоении выпускниками достаточно сложного материала по разделу «Человек». Можно выделить лишь 3 задания, результаты которых оказались значительно ниже средних значений:

- определение по рисунку глаза структуры, воспринимающей световые раздражения (33%);
- влияние гормона тироксина на регуляцию окислительных процессов в организме (25%);
- передача нервного импульса к телу клетки по дендриту (19%).

Линия 18. Гигиена человека. Факторы здоровья и риска. (Базовый уровень.)

Обычно выполнение заданий этой линии не вызывало особых трудностей у экзаменуемых. Однако в этом году средний результат выполнения составил 62%, что на 8% ниже средних результатов 2015 г. Наряду с заданиями, которые имели 90% выполнения, оказались и задания с очень низкими результатами. Трудности вызвали следующие вопросы:

- наличие в слюне обеззараживающих веществ как одной из причин быстрого заживления повреждённой слизистой ротовой полости по сравнению с кожей (46%);
- возможность попадания микроорганизмов, вызывающих ангину, в среднее ухо через слуховую трубу (35%);
- повышение возбудимости нервной системы, сильное похудение при повышенном аппетите у человека как свидетельство нарушения функции щитовидной железы (39%);

- наложение шины на стопу, голень и бедро при переломе голени (29%);
- малярия — заболевание, вызванное простейшими (26%) (в качестве дистракторов были даны туберкулёз, грипп, гепатит, которые выбирались примерно в равных соотношениях).

Линия 27. Обобщение и применение знаний о многообразии организмов и человеку. Задания с множественным выбором ответов. (Повышенный уровень.)

Задания этой линии продемонстрировали хорошие знания в среднем 52,9% участников. Здесь можно отметить лишь 2 задания, которые вызвали затруднение, причём оба задания проверяли знания функций мышечной ткани: определение органов, работу которых обеспечивает гладкая мышечная ткань (26%); особенности поперечнополосатой мускулатуры (25%).

Линия 31. Сопоставление особенностей строения и функционирования организма человека.

Задания с кратким ответом на установление соответствия, как и по другим разделам, оказались более сложными. Средний результат их выполнения составил 33,5%.

Достаточно низкие результаты получены при выполнении следующих заданий:

- установление соответствия: между характеристиками и венами, артериями и капиллярами (25%); между признаками и слоями кожи (30%); между структурами коркового и мозгового слоя почек (1%); между костями пояса и свободной нижней конечности (26%);
- сопоставление нервной и мышечной ткани (26%), гладкой и поперечнополосатой мышечной ткани (26%), соматического и вегетативного отделов нервной системы человека (16%), мышц разных органов и видов мышечной ткани (16%);
- установление соответствия: между характеристиками и отделами головного мозга (средним, промежуточным, продолговатым) (7%); между функцией и видом нейронов (чувствительным, двигательным, вставочным) (5%); между характеристиками и органами пищеварительной системы (желудком, печенью, поджелудочной железой) (21%); между симптомами диабета и микседемы (3%), диабета и базедовой болезни (21%);

заболеваниями человека и недостатком витаминов А, С, D (11%).

Линия 33. Установление последовательности биологических процессов.

По разделу «Человек» в этой линии средний результат выполнения составил 40%. Однако результаты почти половины заданий на последовательность оказались ниже заявленного уровня. К ним относятся задания на установление последовательности структур в ухе (29%), этапов образования и движения мочи в организме человека (25%), движения венозной крови в организме, начиная с капилляров большого круга (28%), процессов, происходящих при повышении уровня глюкозы в крови для его нормализации (29%).

В части 2 материала по данному блоку был представлен в **линиях 34, 35, 37.** Показатели выполнения заданий этих линий в целом соответствуют заявленному уровню сложности.

Линия 34. Применение биологических знаний в практических ситуациях (практико-ориентированное задание). (Высокий уровень.)

При выполнении заданий высокого уровня сложности по этому блоку участники показали неплохие результаты. В среднем с этими заданиями справились и набрали максимальные 2 балла 35,7% участников.

Лишь 1 задание, где требовалось объяснить причину, почему тесная обувь способствует быстрому обморожению пальцев ног, выполнили 7% участников.

Линия 35. Задание с изображением биологического объекта (рисунок, схема, график и др.). (Высокий уровень.)

Результаты выполнения заданий этой линии составили в среднем 26%. Можно выделить только 1 задание, которое на максимальный балл выполнили 5% участников. В задании требовалось по изображению сустава назвать его части (суставную сумку и суставные хрящи) и указать их функции.

Линия 36. Задание на анализ биологической информации. Работа с текстом.

Аналогичные результаты, как и по линии 35, получены на задания, в которых проверялись умения находить ошибки в биологическом тексте и исправлять их. Средний результат выполнения составил 29%.

Однако 2 задания по результатам существенно отличаются от всех остальных.

Задание, в котором в тексте описывались особенности дыхательной системы человека, только 6% экзаменуемых выполнили на максимальные 3 балла, а задание, в котором требовалось найти ошибочное описание лимфы и лимфатической системы, выполнили на максимальный балл только 2%, на 2 балла — 4%. Следует отметить, что задания о лимфе и лимфатической системе традиционно относятся к слабо усвоенным. На это следует обратить внимание при изучении данного материала в школе.

Линия 37. Обобщение и применение знаний о человеке.

Средний результат выполнения заданий этой линии составил 26,5%.

К числу проблемных можно отнести задания, требующие объяснения отличий условных и безусловных рефлексов, условия их образования (3 балла — 1%; 2 балла — 14%); особенностей строения и функции гортани человека (3 балла — 2%; 2 балла — 7%); характеристики особенностей строения вегетативной нервной системы, расположения ядер в центральной и периферической нервной системе, её функций (6%), функций нервной системы в организме человека (7%).

Сравнение результатов выполнения заданий этого блока с результатами предыдущих лет показывает, что трудности вызывают одни и те же вопросы: нервно-гуморальная регуляция процессов жизнедеятельности, особенности физиологических процессов в организме человека. Вопросы анатомического характера усвоены школьниками значительно лучше.

Блок 6. Эволюция живой природы

В экзаменационной работе этот блок представлен в среднем 7–8 заданиями: 1 задание базового, 4–5 повышенного, 1–2 высокого уровня сложности.

Линия 19. Эволюция живой природы. Эволюционная теория. Движущие силы эволюции. (Базовый уровень.)

С выполнением заданий этой линии справились в среднем 67% участников. Результаты выполнения 2 заданий оказались ниже среднего: экзаменуемые затруднились

определить ведущую роль движущей формы естественного отбора в увеличении биоразнообразия на Земле в процессе эволюции (45%), установить особенность генетического груза популяции — наличие летальных аллелей (35%).

По **линиям 20, 21** заметен значительный прогресс в ответах, результаты выполнения этих заданий оказались несколько выше запланированных (67%, 68% соответственно). Проблемных заданий не выявлено.

Линия 25. Биологические закономерности. Уровневая организация и эволюция живой природы. (Повышенный уровень.)

В заданиях этой линии требовалось установить верные суждения из двух предложенных. Средние результаты составили 41%. Проблемным оказалось только 1 задание, которое выполнили лишь 12% участников. Приведём это задание полностью.

Верны ли следующие суждения о доказательствах эволюции?

А. Биогеографическими доказательствами эволюции являются ископаемые останки и отпечатки древних растений и животных, найденные на разных континентах.

Б. К сравнительно-анатомическим доказательствам эволюции относят ископаемые переходные формы растений и животных.

В этом задании неверны оба суждения, однако большинство участников не сумели это определить.

Линия 28. Обобщение и применение знаний об эволюции органического мира. Задания с множественным выбором ответов. (Повышенный уровень.)

С заданиями этой линии участники в целом справились, средний результат выполнения составил 56%. Лишь по отдельным заданиям результаты оказались ниже среднего: характеристики экологического критерия вида (26%); признаки сходства человека и человекообразной обезьяны (19%); определение организмов, относящихся к ископаемым переходным формам (13%).

Линия 32. Сопоставление биологических объектов, процессов, явлений, проявляющихся на популяционно-видовом уровне.

Хотя задания на установление соответствия вызывали затруднения по всем блокам содержания, по данному блоку средний результат выполнения составил 56%. Сложными оказались только несколько заданий

на установление соответствия между конкретными видами организмов и направлением эволюции, по которому в настоящее время происходит их развитие (21%); между конкретными примерами и путём эволюции, которые они иллюстрируют: ароморфозом и идиоадаптацией (19%), идиоадаптацией и дегенерацией (23%); между примерами ароморфозов земноводных и млекопитающих (17%).

Линия 33. Установление последовательности биологических объектов, процессов.

Задания на установление последовательности эволюционных процессов выполнены хуже, чем задания этой линии по другим блокам. Средний результат выполнения составил 29%, при этом общий средний результат по этой линии — 37%.

Наиболее низкие результаты получены при выполнении заданий, где требовалось установить последовательность формирования приспособленности у организмов к новым условиям обитания (9%), формирования типов нервной системы в эволюции животных (16%).

В части 2 материал об эволюции контролировался в основном заданиями **линии 38**, а также несколькими заданиями в **линиях 35** и **36**. Все задания высокого уровня сложности. В линии 35 предлагалось всего 4 задания, а в линии 36 — только 2. Средние результаты выполнения этих заданий составили 22% и 26% соответственно.

Выделим только 2 задания линии 35, которые вызвали наибольшие затруднения. В задании требовалось определить по рисунку способ изоляции, который привёл к появлению трёх родственных подвидов большой синицы, объяснить его последствия, определить результат эволюции, к которому может привести репродуктивная изоляция. На рисунке подписаны географические области, что является подсказкой для установления географического видообразования. Однако полные и правильные ответы дали только 3% участников.

В другом задании была представлена схема направлений эволюции (по А.Н. Северцову), по которой требовалось определить направление эволюции — ароморфоз и привести примеры ароморфоза млекопитающих. Несмотря на то, что рисунок присутствует во всех без исключения учебниках общей

биологии, задание выполнили на максимальный балл только 6% участников.

Линия 38. Обобщение и применение знаний в новой ситуации об эволюции органического мира.

Средний результат выполнения задания этой линии составил 31%. Однако наряду с заданиями, выполненными более 35% участников, есть задания, по которым максимальные баллы получили менее 5% экзаменуемых. Эти задания требовали:

- знать глобальные ароморфозы, которые обеспечили развитие организмов на Земле в архее и протерозое (5%);
- объяснить формирование и сохранение в процессе эволюции красной окраски у лягушки квакши (3%);
- знать приспособления, сформировавшиеся у древних пресмыкающихся к жизни на суше (3%);
- доказать на примере паразитов человека и животных, что общая дегенерация является одним из способов достижения биологического прогресса (3 балла — 1%; 2 балла — 5%).

Самым сложным оказалось задание, где требовалось объяснить причины наличия на пастбище в основном низкорослых растений, а на охраняемых территориях наличие как высокорослых, так и низкорослых растений у одних видов или только низкорослых у других видов. Максимальный балл не получил ни один участник, 2 балла за задание получили только 3% участников. Это связано с объективной сложностью объяснения с точки зрения эволюционных закономерностей процессов, происходящих в природе. В учебниках общей биологии при рассмотрении движущих сил эволюции, форм естественного отбора приводятся отдельные похожие примеры. Однако, как правило, на них не обращают должного внимания ни учителя, ни обучающиеся.

У участников слабо сформированы умения на конкретных примерах определять пути и направления эволюции животных и растений. К типичным ошибкам, повторяющимся из года в год, следует отнести неумение выпускников устанавливать правильную последовательность процессов видообразования и формирования приспособленности у организмов в процессе эволюции.

Блок 7. Экосистемы и присущие им закономерности

Материал данного блока контролировался в среднем 6–7 заданиями: 3 задания базового, 2 повышенного, 1–2 высокого уровня сложности.

При выполнении заданий с выбором одного верного ответа **линий 22, 23, 24, 25** базового и повышенного уровней проблемных заданий практически не выявлено. Средний результат выполнения составил соответственно 70,4%; 65,7%; 63,8%; 82,5%. Участники продемонстрировали знание вопросов экологического характера и сформированность ряда учебных умений: выявлять существенные признаки экосистемы, процессов круговорота веществ и превращения энергии в биосфере; сравнивать естественные и искусственные экосистемы. Однако при общих высоких результатах в целом на задания по экологии отдельные вопросы вызвали затруднения.

В **линии 23** «Экосистема, её компоненты. Разнообразие и развитие экосистем» такими оказались: роль семенных растений в смене наземных биоценозов (38%); особенности саморегуляции — ограничение численности одних организмов другими (28%).

Линия 24. Биосфера. Круговорот веществ в биосфере. Глобальные изменения в биосфере.

По сравнению с заданиями других линий по этой теме оказалось наибольшее количество заданий, вызвавших затруднения. Участники не сумели определить функции бактерий в биосфере — восстановление нитратов до молекулярного азота (44%) и установить главную причину массовой гибели рыбы в озёрах — избыток соединений азота и серы (47%), одну из причин гибели лесов — кислотные дожди (42%).

Неожиданно низкие результаты получены и на задания, где требовалось установить границы и функции биосферы. На вопрос о высокой температуре, как основном ограничивающем факторе распространения жизни в литосфере, правильно ответили только 25% участников. Задание об особенности концентрационной функции живого вещества в биосфере (накопление химических элементов в организмах) выполнили 28%.



Рис. 1. Результаты выполнения заданий 1–25 участниками с разными уровнями подготовки

На эти вопросы следует обратить внимание при изучении биологии в школе.

Линии 28 и 32. (Повышенный уровень.) Средний результат выполнения заданий с кратким ответом по экологии в этих линиях составил 63–66%. Затруднение вызвали только 2 задания, по которым получены низкие результаты: об особенностях продуцентов влажных тропических лесов (13%); о свойствах экологической пирамиды (8%).

Результаты выполнения заданий высокого уровня сложности по экологии **линий 33, 34, 36** не вызвали особых затруднений, что подтверждает данные предыдущих лет.

Значительный материал по данному блоку был представлен в линии 38.

Линия 38. Обобщение и применение знаний в новой ситуации об экологических закономерностях. (Высокий уровень.)

Средний результат выполнения заданий составил 30%. Отметим только 2 задания, по которым получены низкие результаты: последствия воздействия антропогенного фактора на экосистемы при переходе человечества от собирательства к земледелию и животноводству (3 балла — 3%; 2 балла — 8%); приспособления, которые выработались у растений к совместной жизни с другими растениями и животными в экосистеме (2%).

В целом анализ ответов участников по данному блоку свидетельствует об успешном освоении экологического материала подавляющим большинством выпускников.

Для анализа результатов выполнения экзаменационной работы были выделены 4 группы с разными уровнями подготовки:

1 — группа с минимальным уровнем подготовки, не преодолевшие минимального балла и набравшие первичные баллы в интервале 0–15, тестовый балл — 0–36 (16,9%);

2 — группа с удовлетворительной подготовкой, набравшие первичные баллы в интервале 16–36, тестовый балл — 36–60 (49,2%);

3 — группа с хорошей подготовкой, набравшие первичные баллы в интервале 35–50, тестовый балл — 61–80 (26,6%);

4 — группа с отличной подготовкой, набравшие первичные баллы в интервале 51–61, тестовый балл — 81–100 (7,3%).

Большинство экзаменуемых продемонстрировали средние результаты по биологии и вошли в группы с удовлетворительным и хорошим уровнем подготовки, соответственно 49,2 и 26,6%.

При анализе результатов выполнения заданий 1–25 (рис. 1) по каждой группе участников учитывалось, что элементы содержания считаются освоенными, а умения — сформированными, если процент выполнения задания, проверяющего данный элемент, равен или выше 65%.

Участники с хорошим и отличным уровнями подготовки (группы 3 и 4) выполнили практически все задания с выбором одного верного ответа в интервале от 65% до 98%, что свидетельствует об овладении ими базовым ядром содержания биологического образования и сформированности у них основных видов учебной деятельности.

Участники с удовлетворительной подготовкой (группа 2) достигли заявленного уровня освоения знаний и сформированности умений только при выполнении отдель-

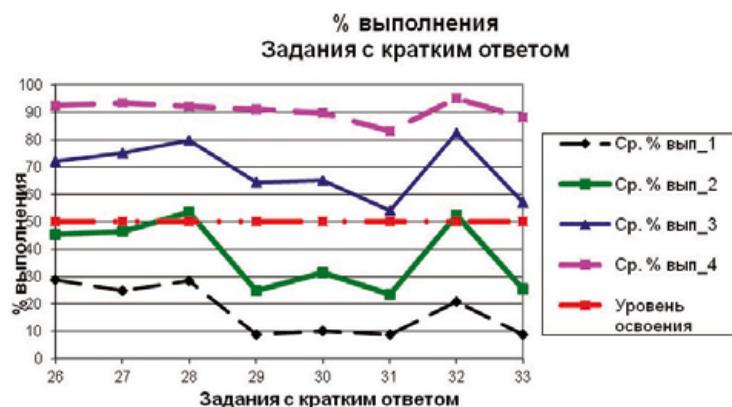


Рис. 2. Результаты выполнения заданий 26–33 участниками с разными уровнями подготовки

ных заданий с выбором одного верного ответа (12 заданий из 25) и показали результаты выполнения в интервале 62–69%. Результаты по остальным заданиям распределились в диапазоне 36–60%. Полученные показатели несколько выше показателей 2015 года.

Участники с минимальным уровнем подготовки (группа 1) показали самые низкие результаты по всем заданиям части 1. Их результаты распределились в интервале 20–40%.

Наиболее сложными для всех групп участников оказались задания следующих линий: 3. Метаболизм клетки. 4. Хромосомный набор клетки. Деление клеток. 7. Закономерности изменчивости. 8. Селекция и биотехнология. 10. Царство Растения. Покрытосеменные растения. Строение, жизнедеятельность, размножение. 13. Хордовые животные. Основные классы, их характеристика. 21. Макроэволюция. Доказательства эволюции. Направления и пути эволюции. 25. Биологические закономерности. Выбор верного суждения.

Средние показатели выполнения заданий с выбором одного верного ответа для группы 4 составили 89%, для группы 3 — 68%, для группы 2 — 40%, для группы 1 — 22%. Освоены элементы содержания учебного материала и сформированы умения только у участников с отличной и хорошей подготовкой по предмету.

При анализе результатов выполнения заданий с кратким ответом части 1 по отдельным группам экзаменуемых учитывалось, что элементы содержания считаются освоенными, а умения — сформированными, если процент выполнения задания, проверяюще-

го данный элемент содержания или умения, равен или выше 50% (рис. 2).

В среднем результаты выполнения заданий с кратким ответом части 1 распределилось в интервале 20–90%. Однако имеется существенная разница в результатах выполнения как отдельных заданий, так и разными группами участников.

Экзаменуемые с хорошей и отличной подготовкой (группы 3 и 4) показали достаточно высокие результаты и значительно превысили заявленный уровень освоения (50%). Их результаты располагаются в интервале 60–92%.

Участники группы с удовлетворительным уровнем подготовки (группа 2) практически не достигли заявленного уровня освоения знаний, продемонстрировав лишь частичную сформированность проверяемых учебных умений. Исключение составили задания с множественным выбором (*линии 26, 27, 28*), а также задания на установление соответствия (*линия 32*). При выполнении заданий этих линий выпускники продемонстрировали хорошие результаты, преодолев уровень освоения материала в 50%. Результаты по всем остальным линиям заданий у этой группы участников существенно ниже и располагаются в интервале 22–30% выполнения.

Самые низкие результаты, ниже 30% выполнения, продемонстрировали экзаменуемые из группы с минимальным уровнем подготовки (группа 1) независимо от типа задания, что можно объяснить их недостаточной подготовкой.

В то же время необходимо отметить значительный разброс в выполнении заданий

в зависимости от его типа во всех группах. Наиболее высокие результаты во всех группах получены на задания с выбором нескольких верных ответов (*линии 26, 27, 28*). Значительные трудности у экзаменуемых всех групп вызвали задания: на установление соответствия биологических объектов, процессов, явлений на клеточном и организменном уровнях жизни; сопоставление особенностей строения и функционирования организмов разных царств, органов и процессов жизнедеятельности человека (*линии 29, 30, 31*), а также задания на установление последовательности биологических объектов и процессов (*линия 33*).

С заданиями *линий 29–32*, которые контролировали умения устанавливать соответствие между объектами, процессами, явлениями и их характеристиками, выпускники традиционно справились хуже, чем с заданиями на выбор нескольких верных ответов.

Низкие результаты в группах 1, 2, 3 получены на задания *линии 33* на установление последовательности объектов, процессов, явлений. Результат выполнения оказался ниже средних результатов по другим заданиям с кратким ответом примерно на 5–20% в зависимости от уровня подготовки участников. Вместе с тем следует отметить, что группа 4 показала приблизительно равные результаты по всем заданиям с кратким ответом (85–91%). Это объясняется, с одной стороны, глубокой системной биологической подготовкой этих обучающихся, а с другой — высокой дифференцирующей силой самих заданий.

Существенно различаются результаты разных групп по политомическим заданиям (*линии 26–33*), которые оценивались от 0 до 2 баллов.

В группе 1 (минимальный уровень) за выполнение заданий **26–33** максимальное количество баллов — 2 — получили только 2–13%, а 1 балл — 12–46% экзаменуемых. В группе 2 (удовлетворительный уровень) за выполнение заданий этих линий максимальное количество баллов получили 14–34%, а 1 балл — 21–51% экзаменуемых. В группе 3 (хороший уровень) за выполнение заданий **26–33** максимальное количество баллов получили около 44–75% участников, а 0 баллов — менее 35% экзаменуемых.

Самые высокие результаты у группы 4. За выполнение заданий с кратким ответом **26–33** максимальные баллы у 73–85% экзаменуемых, а нулевые результаты показали менее 3% участников. Результаты выполнения заданий с кратким ответом этой группой участников практически не зависели от формы предъявления — все задания имеют приблизительно одинаковые статистические данные. У участников с отличной подготовкой в одинаковой степени хорошо сформированы разнообразные учебные умения, поэтому форма предъявления заданий в данном случае не имела существенного значения. Полученные данные свидетельствует о серьезной подготовке выпускников групп 3 и 4.

Таким образом, проведённый анализ результатов выполнения заданий с кратким ответом части 1 позволяет сделать вывод о том, что из трёх типов заданий наибольшие затруднения вызывают задания на установление соответствия и последовательности. Как и в прежние годы, задания этого типа лучше всего выполнили те экзаменуемые, которые относятся к группам с хорошим и отличным уровнями подготовки. Это можно объяснить тем, что экзаменуемые с такими уровнями подготовки помимо хороших и отличных знаний биологии владеют умениями анализировать, сравнивать, сопоставлять биологические объекты, процессы и явления.

При анализе результатов выполнения заданий с развёрнутым ответом части 2 учитывалось, что элементы содержания считаются освоенными, а умения сформированными, если процент выполнения задания, проверяющего данный элемент содержания или умения, равен или выше 50% (рис. 3).

Преодолели заявленный уровень освоения материала (50%) и показали хорошие результаты в интервале 50–90% участники с отличной и хорошей подготовкой (группы 4 и 3). Однако результаты выполнения заданий части 2 между этими группами отличались в среднем на 20%, что свидетельствует о высокой дифференцирующей силе заданий с развёрнутым ответом.

Экзаменуемые с удовлетворительной подготовкой (группа 2) ни по одному заданию не приблизились к заявленному уровню освоения. Средние результаты выполне-

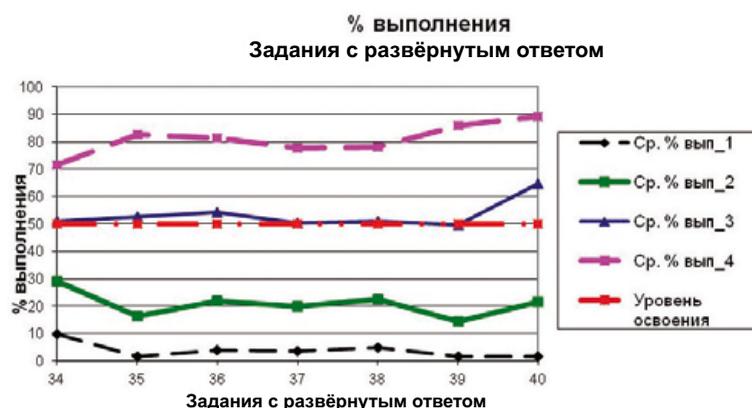


Рис. 3. Результаты выполнения заданий 34–40 участниками с разными уровнями подготовки

ния заданий у этой группы оказались в интервале 15–30%.

У участников с минимальным уровнем подготовки (группа 1) очень низкие результаты по всем заданиям части 2, их выполнение составило менее 10%.

Следует отметить приблизительно равные результаты, полученные по всем заданиям части 2 разными группами участников, что свидетельствует о равной степени трудности всех заданий этой части. Их выполнение определяется прежде всего уровнем подготовки экзаменуемых, а не типом заданий. В то же время в группах 2, 3, 4 участники успешно справились с заданиями и показали относительно высокие результаты выполнения заданий *линии 40*, где требовалось решить генетические задачи. Это можно объяснить тем, что генетические задачи на протяжении уже нескольких лет используются в экзаменационной работе. Учителя школ обращают достаточное внимание на их решение на уроках, отрабатывают с учащимися определённый алгоритм.

Значительный интерес вызывают результаты, полученные по политомическим заданиям *линий 35–40*, которые оценивались от 0 до 3 баллов. Они существенно различаются в группах с разными уровнями подготовки (рис. 4).

За задания *линии 35–40* в группе 1 максимальный балл — 3 получили менее 1% участников, а 1 балл получили в среднем 4–8%. В группе 2 максимальный балл получили 2–7% участников, 2 балла — 7–14%, а 1 балл — 17–23% участников. Не получили ни одного балла за задания с развёрнутым ответом в среднем 67% экзаменуемых.

В группе 3 за задания с развёрнутым ответом 3 балла получили 21–43% участников, 2 балла — 27–35% экзаменуемых. В этой группе нулевые результаты в среднем получили 21% экзаменуемых, что почти в 3 раза ниже по сравнению с группой 2. Самые высокие результаты выявлены у участников группы 4. Максимальные 3 балла получили 52–75% экзаменуемых, а 0 баллов — менее 3% экзаменуемых.

Полученные данные свидетельствуют о глубокой и системной подготовке выпускников групп 3 и 4. Анализ результатов выполнения заданий с развёрнутым ответом позволяет сделать вывод, что задания части 2 хорошо дифференцируют учащихся по уровню подготовки. Средний результат выполнения заданий этой части среди участников с отличным уровнем подготовки составил 80%, с хорошим уровнем — 51%, с удовлетворительным — 20%, а среди экзаменуемых с минимальным уровнем — 5%. В этой группе основное число участников вообще не приступали к выполнению заданий с развёрнутым ответом.

В целях повышения эффективности преподавания курса биологии и подготовки обучающихся 11-х классов к ЕГЭ по биологии рекомендуем обратить внимание на ряд содержательных и организационных аспектов в построении учебного процесса.

Во-первых, следует проанализировать типичные ошибки и затруднения, выявленные по результатам экзамена 2016 года.

Во-вторых, в целях их преодоления и получения положительного результата необходимо освоить следующие знания: методы изучения живой природы; биологическую

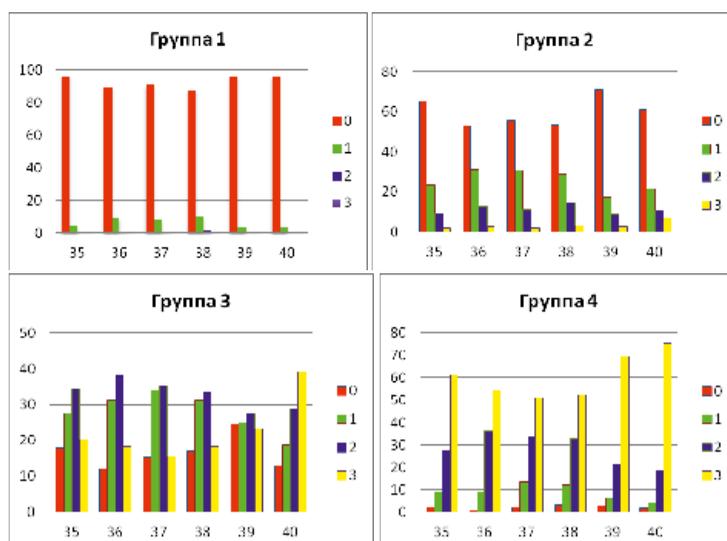


Рис. 4. Выполнение заданий 35–40 участниками с разными уровнями подготовки

терминологию и символику; основные признаки царств живой природы; основные положения клеточной теории, закономерности наследственности и изменчивости; строение и функции органоидов клетки; особенности митоза и мейоза; особенности строения растений и животных; строение и жизнедеятельность организма человека; меры профилактики травм и оказания первой помощи; движущие силы эволюции, их значение в эволюции; основные критерии вида, приспособленность организмов к среде обитания; основные ароморфозы в развитии растений и животных; особенности среды обитания организмов, экологические факторы, роль растений и животных в биоценозах; составление схем цепей питания в экосистемах.

Обучающиеся должны овладеть следующими умениями: различать биологические объекты по их описанию и рисункам; называть представителей разных отделов растений, типов и классов животных; выявлять существенные признаки биологических объектов, процессов, явлений; решать элементарные биологические задачи по цитологии и генетике; устанавливать приспособленность организмов к среде обитания; узнавать по рисункам биологические объекты.

Для достижения высоких результатов на экзамене дополнительно к обозначенным элементам знаний и умений следует обратить внимание на повторение и закрепление следующего учебного материала: химический состав клеток; особенности обмена веществ

и превращения энергии в клетке и организме; матричные реакции (биосинтез белка, ДНК, РНК); деление клетки, характеристика фаз митоза и мейоза; процессы гаметогенеза у животных; особенности строения, жизнедеятельности и размножения растений и животных; закономерности индивидуального развития организмов, онтогенез растений и животных, циклы развития основных отделов растений; методы селекции и биотехнологии; строение анализаторов, нейрогуморальная регуляция жизнедеятельности организма человека, особенности высшей нервной деятельности человека; признаки родства человека и животных; основные пути и направления эволюции; мутации и их значение в эволюции; результаты эволюции: видообразование; роль биологических и социальных факторов в эволюции человека; роль организмов разных царств в круговороте веществ и превращении энергии в биосфере.

Обучающиеся должны владеть следующими умениями: сравнивать клетки и организмы разных царств живой природы, процессы обмена веществ организмов разных царств живой природы, типы деления клеток, формы размножения организмов, различные направления эволюции; определять генотипы и фенотипы родителей и потомства, хромосомный набор соматических и половых клеток, набор хромосом и ДНК в разных фазах деления клетки; обосновывать нормы и правила здорового образа жизни; описывать по рисункам биологические объ-

екты, особенности их строения и функции; устанавливать причинно-следственные связи между строением и функциями химических веществ, органоидов клетки, приспособленностью организмов и средой их обитания, положением функциональной группы в экосистеме и её ролью; составлять схемы скрещивания и решать задачи по генетике и цитологии разного типа.

Для получения максимальных баллов при подготовке к экзамену участникам следует обратить внимание на овладение умениями:

- обосновывать: значение методов биологической науки, биологических теорий и законов в познании живой природы, в реализации наследственной информации организма, эволюционной теории в развитии органического мира и формирования приспособлений; законов генетики в развитии селекции, биотехнологии; сущность учения В.И. Вернадского о функциях живого вещества в биосфере, последствия глобальных изменений и меры сохранения равновесия в природе;

- анализировать биологическую информацию, осмысливать и определять верные и неверные суждения, исправлять их; объяснять этапы видообразования и формирования приспособленности организмов с позиции синтетической теории эволюции;

- объяснять сущность и значение биологических законов, теорий, закономерностей, использовать их для объяснения процессов и явлений в живой природе; формулировать выводы; применять теоретические знания в новой ситуации при решении биологических задач для обоснования полученных результатов, делать обобщения;

- устанавливать причинно-следственные связи между строением и функциями биологических объектов, явлениями природы, движущими силами и результатами эволюции, устойчивостью экосистем и их способностью к саморегуляции.

В-третьих, на уроках и во внеурочной деятельности необходимо обеспечить освоение обучающимися основного содержания курса биологии (базового и профильного уровней) и оперирования разнообразными видами учебной деятельности, предусмотренными в Федеральном компоненте государственного стандарта общего образования и представленными в кодификаторе элемен-

тов содержания и требований к уровню подготовки выпускников.

В-четвёртых, реализуя рабочую программу и организуя работу с учебной литературой, следует тщательно прорабатывать материал, который традиционно вызывает затруднения у многих выпускников:

- 1) обмен веществ и превращение энергии на клеточном и организменном уровне;

- 2) методы биотехнологии: селекция, клеточная и генная инженерия;

- 3) хромосомный набор клеток, способы деления клеток: митоз и мейоз;

- 4) циклы развития споровых и семенных растений, гаметофит и спорофит;

- 5) движущие силы эволюции, результаты, пути и направления эволюции растений и животных;

- 6) организация и строение нервной системы и нейрогуморальная регуляция процессов жизнедеятельности организма человека.

В-пятых, для достижения высоких результатов на экзамене в учебном процессе рекомендуется увеличить долю самостоятельной деятельности учащихся как на уроке, так и во внеурочной работе, акцентировать внимание на выполнение творческих, исследовательских заданий. Для выработки умений решать задачи по цитологии и генетике, отрабатывать алгоритмы их решения.

В-шестых, при проведении различных форм текущего и промежуточного контроля в учебном процессе более широко использовать задания разных типов, аналогичные заданиям ЕГЭ. Особое внимание следует уделять заданиям на сопоставление и установление соответствия биологических объектов, процессов, явлений, а также заданиям со свободным развёрнутым ответом, требующим от обучающихся умений обоснованно и кратко излагать свои мысли, применять теоретические знания на практике.

Реализация поставленных задач возможна при наличии правильно отобранной учебной литературы, в первую очередь учебников базового и профильного уровней, рекомендованных Минобрнауки РФ. Столь же тщательно следует подходить к отбору тренировочных и методических материалов для непосредственной подготовки к экзамену, поскольку не все пособия дают адекватное представление о контрольных измерительных материалах.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2016 года по химии

**Каверина Аделаида
Александровна**

кандидат педагогических наук, ФГБНУ «ФИПИ»,
руководитель федеральной комиссии по разработ-
ке КИМ для ГИА по химии

**Снастина Марина
Геннадьевна**

заместитель руководителя федеральной комиссии
по разработке КИМ для ГИА по химии, kim@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по химии, основные результаты ЕГЭ по химии в 2016 году, анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, статистические характеристики заданий экзаменационной работы.

Контрольные измерительные материалы, которые использовались при проведении ЕГЭ по химии в 2016 г., по своей содержательной основе, структуре и типологии заданий были аналогичны КИМ 2015 г. Как и в предыдущие годы, каждый вариант КИМ 2016 г. состоял из двух частей и включал в себя 40 заданий. Часть 1 экзаменационной работы содержала 35 заданий с кратким ответом, в их числе 26 заданий базового уровня и 9 заданий повышенного уровня сложности; часть 2 содержала 5 заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом.

Аналогичными были также и подходы к формированию содержательной основы КИМ. Приоритетное значение при этом имела последовательная ориентация содержания КИМ на проверку усвоения целостной системы знаний, которая рассматривается в качестве инвариантного ядра содержания учебного предмета «Химия». Данная система знаний складывается из систем ведущих понятий химии, главным образом из системы понятий о химическом элементе и веществе и системе понятий о химической реакции. Именно эти предметные знания в образовательном стандарте 2004 г. представлены в виде требований к подготовке выпускников. С данными требованиями соотносится уровень предъявления в КИМ проверяемых элементов содержания.

Вместе с тем КИМ 2016 г., в сравнении с 2015 годом, претерпели определённые структурные и содержательные изменения. Основанием для этого, с одной стороны, послужила продиктованная практикой проведения ЕГЭ необходимость повышения дифференцирующей способности заданий КИМ, с другой — необходимость последовательного диагностирования возможно-

стей экзаменационной модели применительно к оценке результатов освоения основной общеобразовательной программы по химии, предусмотренных требованиями ФГОС общего среднего образования.

Изменения в КИМ ЕГЭ 2016 г. имеют различный характер. Так, в одном случае они связаны с корректировкой подходов к построению отдельных заданий, которые по результатам ЕГЭ 2015 г. имели невысокую дифференцирующую способность. Цель корректировки таких заданий — усиление деятельностной основы и практико-ориентированной направленности их содержания. В результате в части 1 работы 2016 года изменён формат шести заданий базового уровня сложности с кратким ответом (с выбором одного ответа из четырёх предложенных вариантов).

В КИМ 2016 г. задания с изменённым форматом присутствуют под номерами:

– 6, его выполнение предусматривает применение обобщённых знаний о классификации и номенклатуре неорганических веществ (результатом выполнения задания является установление трёх правильных ответов из шести предложенных вариантов);

– 11 и 18, их выполнение предусматривает применение обобщённых знаний о генетической связи неорганических и органических веществ (результатом выполнения заданий является установление двух правильных ответов из пяти предложенных вариантов);

– 24–26, ответом к этим заданиям является число с заданной степенью точности (вместо номера правильного ответа в работе 2015 г.).

Другой характер изменений в КИМ 2016 г. связан с корректировкой в отношении распределения заданий по уровням сложности и видам проверяемых умений и способов действий, что, по сути, должно было обеспечить повышение объективности оценивания выполнения конкретных заданий экзаменуемыми. Результатом такой корректировки стали следующие изменения.

- Обоснована целесообразность проверки усвоения элемента содержания «Химическое равновесие; способы смещения равновесия под действием различных факторов» только заданиями повышенного уровня сложности. В то же время усвоение знаний

характерных химических свойств азотсодержащих органических соединений и биологически важных веществ проверяется заданиями базового уровня.

- В части 1 работы изменён формат двух заданий (34 и 35) повышенного уровня сложности, которые проверяют усвоение знаний характерных химических свойств углеводов и кислородсодержащих органических веществ. В работе 2015 г. это были задания на множественный выбор и, как показала практика ЕГЭ, они не в полной мере отвечали критериям, предъявляемым к заданиям повышенного уровня сложности.

В работе 2016 г. эти задания представлены в формате заданий более сложных и информационно более наполненных — на установление соответствия между элементами двух множеств. Благодаря этому устранено существовавшее противоречие между содержанием задания, формой представления его условия и необходимым алгоритмом его выполнения.

В основном дне основного периода ЕГЭ по химии 2016 г. приняли участие 75 096 человек (примерно столько же, сколько в ЕГЭ 2014 и 2015 гг.). В зависимости от успешности выполнения выпускниками экзаменационной работы выделены четыре уровня их подготовки. Этим уровням соответствовали следующие значения первичного и тестового баллов: неудовлетворительный — 0–13 (0–34); удовлетворительный — 14–38 (36–60); хороший — 39–58 (61–80); отличный — 59–64 (81–100). Распределение выпускников с различным уровнем подготовки по отдельным группам представлено на рис. 1.

Анализ результатов экзамена показал, что большинство заданий *базового уровня сложности* успешно выполнены экзаменуемыми: средний процент выполнения заданий — от 60 до 82. С меньшей успешностью (средний процент выполнения заданий — менее 60) выполнены задания, ориентированные на проверку усвоения следующих элементов содержания:

- характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот; биологически важные вещества — белки (54,5%) — задание 17;
- правила работы в лаборатории; лабораторная посуда и оборудование; правила безопасности при работе с едкими, горю-

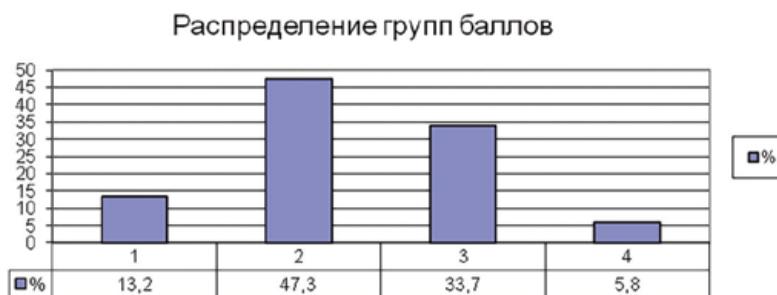


Рис. 1. Распределение выпускников с различным уровнем подготовки по отдельным группам

чими и токсичными веществами, средствами бытовой химии; научные методы исследования химических веществ и превращений; методы разделения смесей и очистки веществ (57,7%) — задание 22;

- общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола); химическое загрязнение окружающей среды и его последствия; природные источники углеводородов, их переработка; высокомолекулярные соединения; реакции полимеризации и поликонденсации; полимеры, пластмассы, волокна, каучуки (50%) — задание 23;

- расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе» (56,7%) — задание 24.

Как уже отмечалось выше, задания базового уровня сложности 11 и 18, ориентированные на проверку таких элементов содержания, как взаимосвязь неорганических и органических веществ, были представлены в экзаменационной работе 2016 г. в другом формате. Это изменение формата задания в большей мере отразилось на результатах выполнения заданий выпускниками со слабым уровнем подготовки и, как следствие, понизило значение среднего процента выполнения задания (54,8% и 56% соответственно).

Более половины заданий *повышенно-го уровня сложности* на установление соответствия между двумя множествами были успешно выполнены экзаменуемыми (от 62% до 69%). Это те задания, формат предъявления которых оставался неизменным последние несколько лет (27–30). И вновь задания, которые были впервые включены в работу 2016 г. в новом

формате, экзаменуемые выполнили менее успешно:

- задание 31: смещение химического равновесия под действием различных факторов (54,9%);

- задание 34: химические свойства углеводородов; механизмы реакций замещения и присоединения (правило В.В. Марковникова) (45,6%);

- задание 35: химические свойства кислородсодержащих органических веществ (39,1%).

Особые затруднения у экзаменуемых вызвали задания, выполнение которых требовало системного анализа условия задания и применения во взаимосвязи знаний об общих и специфических свойствах как неорганических, так и органических веществ. Эти задания присутствовали в работе под номерами 32 и 33. Средний процент их выполнения соответственно — 43,5 и 37,2.

Задания *высокого уровня сложности* с развёрнутым ответом учащиеся выполнили с разным уровнем успешности. Как и в прошлые годы, задание 36, выполнение которого требовало применения умений составления уравнения окислительно-восстановительных реакций на основе электронного баланса, было сделано наиболее успешно, причём всеми группами экзаменуемых: средний процент выполнения заданий — 61,5. Даже некоторые выпускники с низким уровнем подготовки смогли получить 1–2 балла за выполнение этого задания. Остальные задания высокого уровня сложности оказались по силам лишь наиболее подготовленным участникам экзамена. Средний процент выполнения этих заданий (37–40) лежит в интервале от 12 до 36%. Отметим, что задание 39, ориентированное на проверку умения про-

водить вычисления по уравнениям реакций, уверенно смогли сделать только экзаменуемые с отличным уровнем подготовки (78,5% данной группы). Даже для выпускников с хорошим уровнем подготовки это задание оказалось трудным — 19,6%.

Проанализируем более подробно результаты выполнения заданий экзаменационной работы по отдельным содержательным блокам и элементам содержания.

Блок «Теоретические основы химии». Элементы содержания данного блока занимают значительный объём в системе знаний, определяющих уровень общеобразовательной подготовки выпускников по химии. Поэтому доля заданий, ориентированных на проверку усвоения этого учебного материала, в экзаменационной работе 2016 г., как и в предыдущие годы, была наибольшей. В основном это были задания с кратким ответом базового уровня сложности. Общее представление об успешности усвоения всех элементов со-

держания этого блока дают сведения, приведённые в табл. 1.

Результаты выполнения заданий этого блока позволяют говорить о сформированности у экзаменуемых следующих умений: *характеризовать* строение атомов химических элементов; *объяснять* закономерности в изменении свойств элементов и их соединений на основе положения элемента в Периодической системе Д. И. Менделеева; *определять* виды химической связи, строение кристаллических решёток веществ; *классифицировать* химические реакции в неорганической и органической химии; *объяснять* закономерности их протекания.

Особо обратим внимание на результаты выполнения задания 31. В экзаменационной работе 2016 г. оно было представлено как задание повышенного уровня сложности и в новом формате: на установление соответствия между позициями двух множеств.

Таблица 1

Результаты выполнения заданий, проверяющих усвоение содержания блока «Теоретические основы химии»

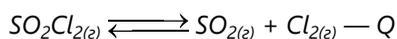
№ п/п	Проверяемый элемент содержания	№ задания в КИМ	Средний процент выполнения заданий		
			базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
1	Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояние атомов	1	74	—	—
2	Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам. Общая характеристика металлов IА–IIIА групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностями строения их атомов. Характеристика переходных элементов (меди, цинка, хрома, железа) по их положению в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностям строения их атомов. Общая характеристика неметаллов IVА–VIIА групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностями строения их атомов	2	74,2	—	—

Окончание табл. 1

№ п/п	Проверяемый элемент содержания	№ задания в КИМ	Средний процент выполнения заданий		
			базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
3	Ковалентная химическая связь, её разновидности (полярная и неполярная), механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (длина и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь	3	67,6	–	–
4	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	4	81,8	–	–
5	Вещества молекулярного и немoleкулярного строения. Зависимость свойств веществ от особенностей их кристаллической решётки	5	75,7	–	–
6	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	19	68,6	–	–
7	Скорость реакции, её зависимость от различных факторов	20	71,6	–	–
8	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия под действием различных факторов	31	–	54,9	–
9	Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена	21	74	–	–
10	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	30	–	69,79	–
11	Реакции окислительно-восстановительные	28 36	–	69,3	61,5
12	Электролиз расплавов и растворов солей	29	–	62,6	–

Пример 1

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и смещением химического равновесия в результате этого воздействия.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

- А) увеличение концентрации хлора
 Б) добавление катализатора
 В) понижение температуры
 Г) увеличение давления

СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- 1) в сторону прямой реакции
 2) в сторону обратной реакции
 3) практически не смещается

А	Б	В	Г
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ответ:

Статистические данные выполнения этого задания следующие:

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
60,8	19,3	96,4	77,1

Анализ результатов свидетельствует о том, что выпускники со слабым уровнем подготовки при выполнении задания в новом формате испытывали большие затруднения, так как это задание требовало проведения системного анализа его условия, составления характеристики как прямой, так и обратной реакций, а также применения во взаимосвязи знаний о характере воздействия внешних условий на каждую из реакций. Только 49% участников ЕГЭ смогли выстроить правильный ход рассуждений и учесть влияние каждого из факторов на смещение химического равновесия, чтобы в результате получить максимальные 2 балла за выполнение задания.

Аналогичная ситуация прослеживается и в случае с некоторым изменением привычной формулировки условия задания, которое проверяет усвоение знаний об электролизе растворов и расплавов солей. На протяжении нескольких предыдущих лет в условии задания шла речь о процессе, который протекает на одном из электродов — катоде или аноде. И с такими заданиями выпускники справлялись достаточно хорошо (средний процент выполнения в 2015 г. — 80,5%). В экзаменационной работе 2016 г. были несколько изменены условия этих заданий (пример 2).

Пример 2

Установите соответствие между названием вещества и электролитическим способом его получения.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) кислород
- Б) сера
- В) водород
- Г) калий

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ

- 1) водного раствора AgF
- 2) водного раствора K_2S
- 3) водного раствора $HgBr_2$
- 4) расплава KF
- 5) водного раствора $CuCl_2$

А	Б	В	Г

Ответ:

Статистические данные выполнения этого задания следующие:

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
67,2	22,9	98,5	75,6

Как видно по результатам, средний процент выполнения задания значительно понижился, причём это понижение обусловили результаты участников со слабой подготовкой.

Блок «Неорганическая химия». Усвоение элементов содержания данного блока провело заданиями базового, повышенного и высокого уровней сложности. При этом доля заданий базового уровня сложности с кратким ответом была наибольшей. Выполнение заданий предусматривало применение широкого круга предметных умений. В их числе умения: *классифицировать* неорганические и органические вещества; *называть* вещества по международной и тривиальной номенклатуре; *характеризовать* состав и химические

свойства веществ различных классов, *составлять* уравнения реакций, подтверждающих взаимосвязь веществ различных классов. Результаты выполнения заданий, проверяющих усвоение элементов содержания второго содержательного блока «Неорганическая химия», представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты выполнения заданий, проверяющих усвоение содержания блока «Неорганическая химия»

№	Проверяемый элемент содержания	№ задания в КИМ	Средний процент выполнения заданий		
			базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
1	Классификация и номенклатура неорганических веществ	6	68,3	–	–
2	Характерные химические свойства простых веществ	7	63	43,5	
3	Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	8	73,8		
4	Характерные химические свойства кислот, оснований и амфотерных гидроксидов	9	66,4		
5	Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)	10 32	61,8		
6	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	11 37	54,8		36,2

При анализе данных табл. 2 обращают на себя внимание сравнительно низкие результаты выполнения заданий как базового, так и высокого уровней сложности, ориентированные на проверку такого важного элемента содержания, как «взаимосвязь различных классов неорганических веществ». По сравнению с результатами 2015 г. (61,45%) отмечается снижение среднего процента выполнения заданий базового уровня сложности. Объяснением этого факта может служить изменение формата предъявления задания в работе 2016 г. (пример 3).

Пример 3

В схеме превращений $HCl \xrightarrow{X} Cl_2 \xrightarrow{Y} AlCl_3$ веществами X и Y соответственно являются

- 1) $Al(OH)_3$
- 2) MnO_2
- 3) AlF_3
- 4) $AlBr_3$
- 5) H_2SO_4

Запишите в таблицу номера выбранных веществ.

X
Y
 Ответ:

--	--

Статистические данные выполнения этого задания следующие:

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
48,1	16,5	83,2	66,7

При выполнении этого задания экзаменуемые должны были определить каждый из реагентов X и Y, которые позволяют осуществить заданные превращения. Наибольшее количество ошибок было допущено выпускниками при выборе вещества Y. Это говорит о том, что они недостаточно прочно овладели знаниями о химических свойствах галогенов, поэтому не смогли выбрать верный вариант ответа.

Блок «Органическая химия». Содержание этого блока составляет система знаний о важнейших понятиях и теориях органической химии, характерных химических свойствах изученных веществ, принадлежащих к различным классам органических соединений, взаимосвязи этих веществ.

Общее количество проверяемых элементов содержания данного блока равно 10. Их усвоение проверялось заданиями базового, повышенного и высокого уровней сложности. Этими заданиями проверялись также умения и виды деятельности, аналогичные тем, которые были названы применительно к элементам содержания блока «Неорганическая химия». Результаты выполнения заданий содержательного блока «Органическая химия» несколько ниже, чем результаты выполнения заданий базового и повышенного уровней сложности, проверяющих усвоение знаний первых двух содержательных блоков. Эти результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты выполнения заданий по разделу «Органическая химия»

№	Проверяемый элемент содержания	№ задания в КИМ	Средний процент выполнения заданий		
			базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
1	Теория строения органических соединений. Изомерия структурная и пространственная. Гомологи и гомологический ряд	12	69,2	–	–
2	Классификация и номенклатура органических соединений (тривиальная и международная)	27	–	65	–
3	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и толуола)	13 34	64	45,6	–
4	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола	14	61,2	39,1	–
5	Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров	15	64,4		–

Окончание табл. 3

№	Проверяемый элемент содержания	№ задания в КИМ	Средний процент выполнения заданий		
			базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
6	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот	17	54,5	–	–
7	Биологически важные вещества: жиры, белки, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды)				
8	Взаимосвязь органических веществ	18 38	56	–	36,3
9	Способы получения органических веществ (лабораторные и промышленные)	16	65,26	–	–
10	Идентификация органических веществ	33	–	37,2	–

Как уже отмечалось выше, в работе 2016 г. усвоение такого элемента содержания, как «химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот», было проверено только с помощью заданий базового уровня сложности в отличие от экзаменационной работы 2015 г., где этот элемент содержания проверялся с помощью заданий повышенного уровня сложности. Тем не менее выпускники 2016 г. всё же показали сравнительно низкий процент выполнения этих заданий — 54,5%. Рассмотрим типичные затруднения экзаменуемых на примере конкретного задания (пример 4).

Пример 4

Дипептид образуется при взаимодействии аминокислоты с

- 1) 2-аминопропановой кислотой
- 2) 3-хлорпропановой кислотой
- 3) диэтиламином
- 4) дихлоруксусной кислотой

Ответ:

Результаты выбора вариантов ответа следующие. Верный вариант ответа (1) выбрали только 59% экзаменуемых. Неверные варианты: вариант 2 — 5%; вариант 3 — 28%; вариант 4 — 8%. Такие результаты свидетельствуют о недостаточном усвоении понятия «дипептид», а также о недостаточно прочно сформированных знаниях химических свойств аминокислот и аминов.

Статистические данные выполнения этого задания следующие:

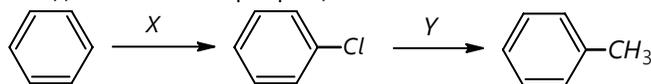
Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
58,5	24,7	95,2	70,5

На основании этих данных можно утверждать, что даже с помощью заданий базового уровня сложности можно дифференцировать экзаменуемых по уровню усвоения данного элемента содержания.

Изменение формата задания 18, которое ориентировано на проверку усвоения знаний взаимосвязи органических веществ, также сказалось на снижении результата их выполнения по сравнению с подобными заданиями в работе 2015 г. Средний процент выполнения таких заданий — 56%. Приведём пример конкретного задания (пример 5).

Пример 5

В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются

- 1) $NaCl$
- 2) Cl_2
- 3) HCl
- 4) CH_3OH
- 5) CH_3Cl

Запишите в таблицу номера выбранных веществ.

Ответ:

X	Y

Статистические данные выполнения этого задания следующие:

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
59,2	23,3	88,5	65,2

Результаты выполнения задания говорят о том, что подобные задания уверенно выполнили только выпускники с хорошим и отличным уровнями подготовки. Отметим, что, как и в случае выполнения задания 11, наибольшее количество ошибок экзаменуемые допустили при выборе вещества Y. Это свидетельствует о недостаточно прочно усвоенных знаниях о способах получения гомологов бензола.

Среди заданий повышенного уровня сложности, которые проверяли усвоение элементов содержания этого блока, наиболее сложными оказались задания с порядковыми номерами 33 и 35. Приведём примеры этих заданий (примеры 6 и 7).

Пример 6

Установите соответствие между двумя веществами и признаком реакции, протекающей между ними.

ВЕЩЕСТВА

- А) стеарат натрия и $CaCl_2$ (p-p)
- Б) этаналь и $KMnO_4$ (H^+)
- В) бутен-2 и Br_2 (p-p)
- Г) муравьиная кислота и $NaOH$

ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

- 1) выделение бесцветного газа
- 2) обесцвечивание раствора
- 3) образование белого осадка
- 4) растворение осадка
- 5) видимые признаки реакции отсутствуют

А	Б	В	Г

Ответ:

Статистические данные выполнения этого задания следующие:

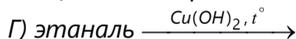
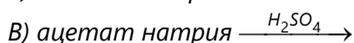
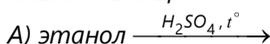
Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
23	2	51	49

Это задание имеет ярко выраженный практико-ориентированный характер. При его выполнении необходимо применить не только теоретические знания химических свойств веществ, но и умение планировать и проводить химический эксперимент. Результаты выполнения задания свидетельствуют о том, что даже экзаменуемые с хорошей подготовкой испытывали определённые затруднения при выполнении этого задания. Этот факт позволяет сделать вывод о том, что выпускники недостаточно прочно овладели навыками экспериментальной работы по изучению свойств веществ и проведению химических реакций.

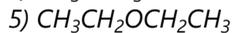
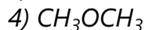
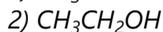
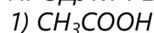
Пример 7

Установите соответствие между схемой реакции и органическим веществом, которое является продуктом реакции.

СХЕМА РЕАКЦИИ



ПРОДУКТ РЕАКЦИИ



А	Б	В	Г

Ответ:

Статистические данные выполнения этого задания следующие:

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
29,7	13	79	66

При выполнении этого задания экзаменуемые должны были применить знания химических свойств веществ, которые приведены в условии задания, а также учесть условия проведения этих реакций. Реакции, схемы которых обозначены буквами А) и Г), описывают характерные химические свойства одноатомных спиртов и альдегидов. Поэтому для этих реакций верно указали вариант ответа более 57% экзаменуемых. А вот реакции, схемы которых обозначены буквами Б) и В), вызвали у учащихся значительные затруднения. В этих схемах надо было увидеть общую закономерность протекания химических реакций: действие сильной кислоты (в данном случае серной кислоты) на соли более слабых кислот приводит к вытеснению слабой кислоты. Только 23% выполнявших это задание смогли получить максимальные 2 балла за его выполнение.

Задания высокого уровня сложности с развёрнутым ответом, которые проверяли усвоение взаимосвязи органических веществ, были аналогичны по своему формату и содержанию условий подобным заданиям экзаменационной работы 2015 г. Результаты выполнения этих заданий в 2016 г. сопоставимы с результатами 2015 г.: средний процент выполнения заданий в работе 2016 г. — 36,3, в 2015 г. — 37,8.

Элементы содержания блока «Методы познания в химии. Химия и жизнь» имеют прикладной и практико-ориентированный характер, чем обусловлена определённая особенность заданий, ориентированных на проверку усвоения данного материала. Выполнение заданий предусматривало проверку сформированности умений: *использовать* в конкретных ситуациях знания о применении изученных веществ и химических процессов, промышленных методах получения некоторых веществ и способах их переработки; *планировать* проведение эксперимента по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических веществ на основе приобретённых знаний о правилах безопасной работы с веществами в быту; *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям.

Некоторые из элементов содержания блока, такие как «определение характера среды водных растворов веществ, индикаторы»; «расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного», «расчёты доли (массы) химического соединения в смеси», проверялись в рамках одного задания в комплексе с другими элементами содержания. Результаты выполнения заданий этого блока представлены в табл. 4.

Таблица 4

**Результаты выполнения заданий, проверяющих усвоение содержания блока
«Методы познания в химии. Химия и жизнь»**

№	Проверяемый элемент содержания	№ задания в КИМ	Средний процент выполнения заданий		
			базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
1	Основные способы получения углеводов	13	70,8	–	–
2	Основные способы получения кислородсодержащих органических веществ	16	66,2	–	–
3	Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии. Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ	22	57,7	–	–
4	Природные источники углеводов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки	23	50	–	–
5	Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»	24	56,7	–	–
6	Расчёт теплового эффекта реакции	25	67,1	–	–
7	Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ	26	62,3	–	–

Окончание табл. 4

№	Проверяемый элемент содержания	№ задания в КИМ	Средний процент выполнения заданий		
			базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
8	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Идентификация органических соединений	33	–	37,2	–
9	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества	39	–	–	12,5
10	Нахождение молекулярной формулы вещества	40	–	–	27,7

Среди заданий базового уровня сложности наиболее низкий средний процент выполнения имеют задания линии 23, ориентированные на проверку знаний о природных источниках углеводов, высокомолекулярных соединениях, способах их получения с помощью реакций полимеризации и поликонденсации. Приведём пример конкретного задания (пример 8).

Пример 8

Верны ли следующие суждения о высокомолекулярных соединениях:

- А. Фенолформальдегидная смола получается в результате реакции поликонденсации.
Б. Мономерами для синтеза фенолформальдегидной смолы являются фенол и этаналь.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

Ответ:

Статистические данные выполнения этого задания следующие:

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
51,2	25,9	88	62

Это задание имеет практико-ориентированный характер. Из уроков химии обучающимся известно, что полимеры на основе фенолформальдегидной смолы широко применяются как в технике, так и в быту. Однако результаты выполнения задания свидетельствуют о недостаточно прочном усвоении знаний о составе и способах получения этого высокомолекулярного вещества. Только половина учащихся (51%) смогли дать верный ответ на это задание.

Безусловно, особая роль в дифференциации экзаменуемых по уровню их подготовки отводилась заданиям высокого уровня сложности с развёрнутым ответом — расчётным задачам (39 и 40). Решение подобных задач предусматривало проведение системного анализа условия задания, глубокое понимание химической сущности процессов, о которых шла

речь в условии, сформированность умения выстроить алгоритм проведения вычислений на основе выявления взаимосвязи различных физических величин. Приведём пример такого задания (пример 9).

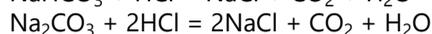
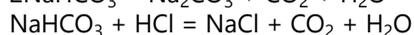
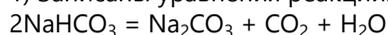
Пример 9

При нагревании образца гидрокарбоната натрия часть вещества разложилась. При этом выделилось 4,48 л газа и образовалось 63,2 г твёрдого безводного остатка. К полученному остатку добавили минимальный объём 20%-ного раствора соляной кислоты, необходимый для полного выделения углекислого газа. *Определите массовую долю хлорида натрия в конечном растворе.*

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления.

Охарактеризуем поэлементно возможный вариант развёрнутого ответа к этому заданию.

1) Записаны уравнения реакций:



2) Рассчитано количество вещества соединений в твёрдом остатке:

$$n(\text{CO}_2) = V / V_m = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n \cdot M = 0,2 \cdot 106 = 21,2 \text{ г}$$

$$m(\text{NaHCO}_3 \text{ остаток}) = 63,2 - 21,2 = 42 \text{ г}$$

$$n(\text{NaHCO}_3 \text{ остаток}) = m / M = 42 / 84 = 0,5 \text{ моль}$$

3) Вычислена масса прореагировавшей соляной кислоты и масса хлорида натрия в конечном растворе:

$$n(\text{HCl}) = 2n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{NaHCO}_3 \text{ остаток}) = 0,2 \cdot 2 + 0,5 = 0,9 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = n \cdot M = 0,9 \cdot 36,5 = 32,85 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра HCl}) = 32,85 / 0,2 = 164,25 \text{ г}$$

$$n(\text{NaCl}) = n(\text{HCl}) = 0,9 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaCl}) = n \cdot M = 0,9 \cdot 58,5 = 52,65 \text{ г}$$

4) Вычислена массовая доля хлорида натрия в растворе:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{NaHCO}_3 \text{ остаток}) = 0,2 + 0,5 = 0,7 \text{ моль}$$

$$m(\text{CO}_2) = 0,7 \cdot 44 = 30,8 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра}) = 164,25 + 63,2 - 30,8 = 196,65 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl}) / m(\text{р-ра}) = 52,65 / 196,65 = 0,268, \text{ или } 26,8\%$$

Наличие каждого из подобных элементов в ответе экзаменуемого оценивалось в 1 балл.

Общие средние результаты выполнения заданий линии 39 представлены в табл. 5.

Как видно, результаты выполнения задания свидетельствуют о том, что определённое число выпускников с минимальным уровнем подготовки (1 группа) приступало к решению расчётных задач, и лишь нескольким из них удалось получить 1 балл за выполнение задания. Среди выпускников с удовлетворительным уровнем подготовки (2 группа) большинство из тех, кто приступал к выполнению задания 39, также смогли получить только 1 балл. Сравнение результатов выполнения этих заданий группами выпускников с хорошим (3 группа) и отличным (4 группа) уровнями подготовки позволяет судить о ведущей роли заданий линии 39 в дифференциации выпускников этих групп. Как видно из таблицы, лишь небольшой процент выпускников с хорошим уровнем подготовки (3,9%) смогли получить максимальные 4 балла за выполнение задания. Очевидно, что выполнить это задание полностью и правильно смогли только те выпускники, которые имели отличную подготовку.

Таблица 5

Результаты выполнения заданий линии 39 выпускниками с различным уровнем подготовки

Группы выпускников по уровням подготовки	Доля выпускников, получивших определённое количество баллов (в %)			
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
1 группа	0,4	0,03	0	0
2 группа	7,9	0,97	0,21	0,12
3 группа	29,6	10	4,4	3,9
4 группа	9,6	13,7	18,7	55,2

Содержание условия и формат предъявления задания 40 в работе 2016 г. были аналогичны этим же заданиям в работе 2015 г. При выполнении задания 40 экзаменуемые должны были определить молекулярную формулу органического вещества, установить структурную формулу этого вещества на основании его химических свойств, описанных в условии задания, и составить уравнение одной из характерных химических реакций. Приведём пример условия такого задания и примерный поэлементный вариант развёрнутого ответа его выполнения (пример 10).

Пример 10

При сгорании 4,68 г органического вещества получили 4,48 л углекислого газа (н.у.), 448 мл азота (н.у.) и 3,96 г воды. При нагревании с соляной кислотой данное вещество подвергается гидролизу, продуктами которого являются соединение состава $C_2H_6NO_2Cl$ и первичный спирт.
На основании данных условия задания:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) напишите уравнение реакции гидролиза исходного вещества в присутствии соляной кислоты.

Элементы примерного варианта ответа:

- 1) Найдено количество вещества продуктов сгорания:

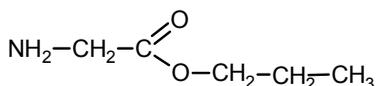
$$\begin{aligned} n(CO_2) &= 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}; n(C) = 0,2 \text{ моль} \\ n(H_2O) &= 3,96 / 18 = 0,22 \text{ моль}; n(H) = 0,22 \cdot 2 = 0,44 \text{ моль} \\ n(N_2) &= 0,448 / 22,4 = 0,02 \text{ моль}; n(N) = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ моль} \end{aligned}$$

- 2) Установлены масса и количество вещества атомов кислорода, и определена молекулярная формула вещества:

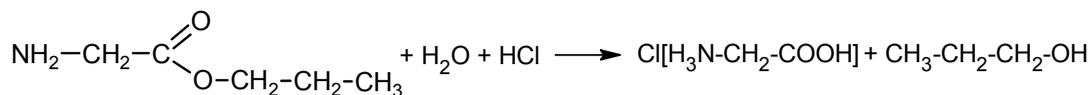
$$\begin{aligned} m(C + H + N) &= 0,2 \cdot 12 + 0,44 \cdot 1 + 0,04 \cdot 14 = 3,4 \text{ г} \\ m(O) &= 4,68 - 3,4 = 1,28 \text{ г} \\ n(O) &= 1,28 / 16 = 0,08 \text{ моль} \\ n(C) : n(H) : n(N) : n(O) &= 0,2 : 0,44 : 0,04 : 0,08 = 5 : 11 : 1 : 2 \end{aligned}$$

Молекулярная формула — $C_5H_{11}NO_2$

- 3) Составлена структурная формула вещества:



4) Написано уравнение реакции гидролиза вещества:



Общие результаты выполнения задания 40 представлены в табл. 6.

Таблица 6

Результаты выполнения заданий линии 40 выпускниками с различным уровнем подготовки

Группы выпускников по уровням подготовки	Доля выпускников, получивших определённое количество баллов (в %)			
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
1 группа	1,6	0,17	0	0,03
2 группа	15,2	13	0,38	0,51
3 группа	14,3	39,1	6	22,7
4 группа	0,45	9,8	7,3	82,3

Результаты выполнения этих заданий в 2016 г. вполне сопоставимы с результатами экзамена 2015 г. Они свидетельствуют о том, что для выпускников с минимальным и удовлетворительным (группы 1 и 2) уровнями подготовки оказались по силам лишь некоторые виды расчётов, но немногие из них смогли установить молекулярную формулу органического вещества на основании проведённых вычислений. Среди выпускников с хорошим уровнем подготовки (3 группа) гораздо большее число выпускников смогли провести необходимые расчёты и вывести молекулярную формулу вещества, однако большинство из них испытало затруднения при составлении структурной формулы этого вещества. И только для абсолютного большинства выпускников с отличным уровнем подготовки (4 группа) это задание оказалось под силу. Они выполнили задание правильно и получили максимальные 4 балла.

Анализ выполнения экзаменационной работы различными категориями выпускников показал следующее. Результаты **группы 1 с минимальным уровнем подготовки** практически по всем элементам содержания не отвечают требованиям стандарта базового уровня. Средний процент выполнения заданий базового уровня сложности от 22 до 46%. Большинство выпускников из этой группы испытывали затруднения даже при выпол-

нении заданий, проверяющих содержание ведущих разделов курса химии как основной, так и средней школы: «Строение атома. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева», «Классификация веществ», «Реакции ионного обмена», «Реакции окислительно-восстановительные».

Задания повышенного уровня сложности на установление соответствия между двумя множествами выпускники этой категории выполнили с успешностью от 3% до 10%. Выполнение заданий оценивались максимально 2 баллами. Такой результат смогли получить не более 5% из данной группы выпускников. Получить 1 балл за выполнение задания, то есть продемонстрировать усвоение знаний на базовом уровне, смогли от 5% до 13% выполнявших задание. Выполнить задание повышенного уровня сложности, ориентированное на проверку умения определять окислитель, восстановитель по заданным в условии уравнениям реакций, смогли 15% экзаменуемых.

Этот же элемент содержания, проверяемый заданиями высокого уровня сложности, также имел наиболее высокий показатель среднего процента выполнения — 9%. Но лишь некоторым выпускникам (1,5%) удалось получить максимальный балл — 3 за выполнение этого задания. К выпол-

нению остальных заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом выпускники этой группы хотя и приступали, но справиться с ними не смогли. Менее 1,5% из них смогли получить по 1 баллу за выполнение отдельных заданий. Такие результаты говорят о том, что некоторые выпускники данной категории смогли составить одно–два уравнения химических реакций, о которых шла речь в условии заданий. Это те реакции, которые хорошо знакомы выпускникам, и большинство из них изучались ещё в курсе химии основной школы.

В целом результаты выполнения заданий экзаменационной работы этой группой участников свидетельствуют о том, что их подготовка по предмету не отвечает требованиям образовательного стандарта к усвоению основных общеобразовательных программ по химии для средней школы даже на базовом уровне. Отсюда справедливым можно считать заключение о том, что данные выпускники не проявили как должной самооценки имеющихся знаний, так и должной ответственности при принятии решения об участии в столь сложном для них экзамене.

При подготовке к экзамену такой категории выпускников необходимо прежде всего обратить внимание на сформированность у них базовых знаний по предмету. С этой целью полезно провести стартовое тестирование для выявления пробелов в знаниях, для чего можно использовать итоговые тесты по курсу химии 9-го класса, а также задания открытого банка ОГЭ. Затем целесообразно совместно с обучающимися составить индивидуальные планы их подготовки к экзамену. Важно обратить внимание на то, какой теоретический материал по ведущим разделам и темам курса химии основной школы, в особенности по тем, где были выявлены недостаточно прочные знания, ученики должны самостоятельно повторить и систематизировать.

Для организации самостоятельной работы учитель должен рекомендовать необходимые учебники, пособия, справочный материал. По мере того как учащиеся продвигаются в своей работе по систематизации теоретического материала, следует проводить тематический контроль знаний, используя

при этом как традиционные, так и тестовые тематические контрольные работы. На этом этапе главное — работа по анализу ошибок и выяснению их причин. Как показывает практика, ошибки зачастую допускаются по причине недостаточного (порой в корне неверного) понимания условия задания и неумения его проанализировать. Поэтому следует обсудить с обучающимися следующие вопросы: о чём говорится в условии задания, какой теоретический материал необходимо использовать для его выполнения, какие опорные знания помогут при поиске ответа и по каким критериям будет выбираться этот ответ из приведённых в условии вариантов ответа. При выполнении задания стоит также ориентировать учащихся на обязательную проверку каждого из вариантов ответа на предмет его соответствия выбранным критериям.

Выпускники с удовлетворительным уровнем знаний успешно выполнили половину из числа заданий базового уровня сложности: средний процент выполнения заданий находится в интервале от 62 до 80%.

Это задания, ориентированные на проверку усвоения элементов содержания важнейших разделов/тем курса химии: «Периодический закон и Периодическая система Д.И. Менделеева. Строение атома и строение вещества»; «Классификация неорганических и органических веществ»; «Характерные химические свойства неорганических и органических веществ различных классов»; «Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова»; «Химическая реакция. Классификация химических реакций, закономерности их протекания»; «Поведение веществ в растворах. Электролитическая диссоциация. Реакции ионного обмена». Успешность выполнения заданий, ориентированных на проверку перечисленных элементов содержания, свидетельствует о сформированности у выпускников следующих умений:

— *характеризовать*: строение атомов *s*-, *p*- и *d*-элементов по их положению в Периодической системе Д.И. Менделеева; общие свойства химических элементов и их соединений на основе положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева;

– *классифицировать* неорганические и органические вещества (по составу и свойствам);

– *определять*: строение атомов, валентность, степень окисления химических элементов, заряды ионов.

Следует отметить, что задания, проверяющие усвоение знаний о свойствах органических веществ, а также о правилах безопасной работы с горючими и токсичными веществами, об общих научных принципах химического производства, вызвали затруднения у выпускников данной группы. Средний процент выполнения этих заданий — от 40 до 57. Среди заданий, проверяющих умение проводить расчёты по химическим формулам и уравнениям, наибольшие затруднения вызвала задача на использование понятия «массовая доля вещества в растворе» (средний процент выполнения — 47). Задачи, которые требовали проведения расчётов по химическим уравнениям, были выполнены с успешностью более 50%, что позволяет судить об удовлетворительном уровне сформированности данного умения. В целом можно утверждать, что наиболее успешно выпускники данной категории выполнили задания, условия которых были сформулированы уже ставшим для КИМ ЕГЭ традиционным образом.

Среди заданий повышенного уровня сложности наиболее успешно (средний процент выполнения — более 50) экзаменуемые 2-й группы справились с теми, которые проверяли усвоение знаний о классификации органических веществ, об окислительно-восстановительных процессах, электролизе расплавов солей, о гидролизе солей. Отметим, что эти задания также уже несколько лет включаются в КИМ ЕГЭ в неизменном формате как задания на установление соответствия между двумя множествами. А вот задания, ориентированные на проверку знания о способах смещения химического равновесия, которые впервые были представлены в новом формате, эта группа выпускников выполнила менее успешно — 43%.

Наибольшие затруднения у данной группы выпускников вызвали задания повышенного уровня сложности (33–35), выполнение которых требует применения обобщённых, системных знаний о свойствах как неорганических, так и органических веществ. При

выполнении заданий необходимо было учитывать не только характерные свойства реагирующих веществ, но и условия проведения каждой из реакций и уметь планировать те изменения, которые будут наблюдаться в процессе протекания реакций. Не более 10% группы выпускников смогли продемонстрировать сформированность указанных знаний и умений.

Среди заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом наиболее успешно 2-я группа участников выполнила задание 36, проверяющее умение составлять электронный баланс и на его основе составлять уравнения химических реакций: средний процент выполнения — 54. Остальные задания (37–40) смогли выполнить лишь от 3 до 20% выпускников этой категории. Здесь также прослеживается тенденция успешного выполнения тех заданий, для которых хорошо известен и отработан на уроках порядок их выполнения. Если же выполнение задания требует применения известных понятий и закономерностей, но применительно к веществам и реакциям, которые нечасто упоминаются в школьных учебниках, то успешность выполнения резко снижается.

При всех отмеченных недостатках в подготовке этой группы выпускников в целом можно заключить, что в большинстве своём они продемонстрировали устойчивое усвоение *на базовом уровне* ведущих понятий курса химии, система которых составляет основу общей химической грамотности, формируемой у школьников при изучении предмета.

При подготовке к экзамену выпускников, которые по результатам стартового контроля знаний продемонстрировали удовлетворительный уровень подготовки, наибольшее внимание следует уделить формированию у них умений применять имеющиеся базовые знания в системе. Это означает, что наряду с повторением и углублением имеющихся знаний при работе с ними необходимо уделить внимание анализу условия конкретных заданий в целях формирования у обучающихся умения выстраивать логически обоснованный порядок выполнения задания и выявлять причинно-следственные связи между составом, строением, свойствами и способами получения конкретных веществ. Примером тому являются задания, которые ориентированы на провер-

ку усвоения знаний о взаимосвязи неорганических веществ. Важно обращать внимание учащихся на порядок рассуждения при выборе ответа.

Выпускники с хорошим уровнем подготовки продемонстрировали уверенное владение знаниями практически по всем проверяемым элементам содержания курса химии и успешно справились с заданиями всех уровней сложности. Средний процент выполнения заданий базового и повышенного уровней сложности находится в интервале от 70 до 94. Такая успешность результатов свидетельствует о степени подготовленности выпускников к экзамену, а также о сформированности у них тех видов общеучебных и предметных умений, которые предполагают более высокий уровень мыслительной деятельности и самостоятельности. Выпускники овладели важными с точки зрения формирования общей химической грамотности умениями:

- *составлять*: уравнения реакций ионного обмена, уравнения окислительно-восстановительных реакций;

- *определять*: изомеры и гомологи по структурным формулам, характер среды в водных растворах веществ, окислитель и восстановитель;

- *характеризовать*: общие свойства химических элементов и их соединений на основе положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева; состав, свойства и применение основных классов органических и неорганических соединений; факторы, влияющие на изменение скорости химической реакции и состояние химического равновесия; общие химические свойства основных классов неорганических и органических веществ; сущность реакций ионного обмена;

- *объяснять*: закономерности в изменении свойств веществ, сущность изученных видов химических реакций;

- *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям реакций;

- *планировать* проведение эксперимента по распознаванию и идентификации важнейших неорганических и органических соединений на уровне качественных реакций.

Отметим, что задания *базового* уровня сложности практико-ориентированного характера, к примеру, на проверку знаний эле-

мента содержания «Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола)», «Природные источники углеводородов, их переработка», «Высокомолекулярные соединения» имели сравнительно более низкий средний процент выполнения — 61. Это свидетельствует о недостаточно прочно сформированном умении переносить теоретические знания о свойствах веществ и закономерностях протекания реакций в ситуации их практического применения, например в химическом производстве.

Большинство заданий *высокого уровня сложности* с развёрнутым ответом были успешно выполнены 3-й группой выпускников: средний процент выполнения — более 50. Наибольшие затруднения вызвало задание 39, выполнение которого предполагало проведение расчётов по уравнениям химических реакций. Средний процент выполнения этого задания составил только 20. Такой результат свидетельствует о том, что эта группа выпускников уверенно используют традиционно применяемые в школьном курсе химии алгоритмы решения задач. Но в случае новой учебной ситуации испытывают затруднения в проведении комплексного анализа условия задачи и построения нужного алгоритма её решения. Следовательно, при подготовке к экзамену учащимся данной группы, имеющим достаточно хорошую подготовку по предмету, всё-таки следует уделять особое внимание заданиям, которые в значительной степени ориентированы на комплексное применение знаний.

Результаты выполнения экзаменационной работы **выпускниками с отличным уровнем подготовки (высокобалльниками)** полностью отвечают требованиям стандарта к освоению содержания основных общеобразовательных программ по химии для средней школы, как на базовом, так и на углублённом уровнях. Подтверждением тому является то, что эти выпускники выполнили все задания экзаменационной работы с успешностью более 90%. Незначительное снижение результата выпускников данной группы (до 79%) имело место лишь при выполнении отдельных заданий высокого уровня сложности с порядковым номером 39.

Тем не менее обстоятельный анализ достижений всех выпускников рассматриваемой группы в целом убедительно показывает, что они:

- осознанно владеют теоретическим и фактологическим материалом курса — основными понятиями, законами, теориями и языком химии;

- умеют создавать обобщения, устанавливать аналогии, применять знания в изменённой и новой ситуациях, например не только для объяснения сущности изученных типов химических реакций, но и для прогнозирования условий протекания конкретных реакций и образующихся при этом продуктов;

- умеют устанавливать причинно-следственные связи между отдельными элементами содержания;

- умеют осуществлять расчёты различной степени сложности по химическим формулам и уравнениям химических реакций;

- умеют объективно оценивать реальные ситуации, использовать свой опыт для

получения новых знаний, нахождения и объяснения необходимых решений.

Весь этот перечень умений является наглядным подтверждением высокого уровня подготовки выпускников по предмету.

В связи с изменениями, которые планируются в структуре КИМ ЕГЭ по химии в 2017 г., в школьной практике, наряду с целенаправленной работой по систематизации, обобщению и повторению пройденного материала, рекомендуется широко использовать задания, которые в значительной степени нацелены не на простое воспроизведение полученных знаний, а на проверку сформированности умений применять эти знания в различных учебных ситуациях. В частности, это задания, ориентированные на проверку умений *классифицировать* неорганические и органические вещества, *описывать* химические свойства конкретного вещества того или иного класса. Рассмотрим особенности подходов к выполнению этих заданий на конкретных примерах (примеры 11–13).

Пример 11

Среди перечисленных веществ выберите три вещества, которые относятся к кислотам.

- 1) HI
- 2) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- 3) $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- 4) H_2SiO_3
- 5) HNO_3
- 6) NaH_2PO_4

Запишите в таблицу номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--	--

Выполнение задания необходимо начать с актуализации знаний о том, наличие каких классификационных признаков в составе веществ нужно установить, чтобы дать верный ответ. В данном задании идёт речь о признаках класса кислот. К кислотам относят вещества, в составе которых в качестве катионов присутствуют только ионы водорода. Этому критерию соответствуют веществами под цифрами 1, 4 и 5.

Пример 12

Как магний, так и фосфор реагируют с

- 1) *концентрированной азотной кислотой*
- 2) *разбавленной серной кислотой*

- 3) соляной кислотой
4) раствором гидроксида калия

Ответ:

Анализ условия задания предполагает определение общих свойств у магния и фосфора. Характеризуя свойства каждого из веществ, определяем, что как магний, так и фосфор могут быть восстановителями. Следовательно, они способны реагировать с веществом-окислителем. Среди вариантов ответа выбираем ответ 1 (конц. азотная кислота), так как соляная и разб. серная кислоты не смогут окислить фосфор. Раствор гидроксида калия не проявляет окислительных свойств.

Пример 13

Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- А) CaO
Б) S
В) Zn(OH)_2
Г) KHCO_3

РЕАГЕНТЫ

- 1) K , Br_2 , CaSO_4
2) O_2 , KOH , HNO_3
3) NaOH , HNO_3 , CH_3COOH
4) HBr , SO_3 , N_2
5) CO_2 , H_2O , HCl

А	Б	В	Г
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ответ:

Выполнение задания предполагает комплексное применение знаний о классификации неорганических веществ и их свойствах в системе. Так, оксид кальция является основным оксидом, поэтому может взаимодействовать с водой, кислотным оксидом и кислотой (ответ 5). Сера — неметалл, который может окисляться кислородом и азотной кислотой, а также реагировать со щёлочью (ответ 2). Гидроксид цинка — амфотерный гидроксид, поэтому реагирует со щёлочью и кислотами (ответ 3). Кислая соль гидрокарбонат калия способна взаимодействовать со щёлочью и кислотами, которые сильнее угольной кислоты. Здесь также подходит ответ 3.

Целесообразно на уроках закрепления и при контроле знаний шире использовать практико-ориентированные задания, а также задания, требующие применения экспериментальных умений, и задания на комплексное применение знаний из различных разделов курса (пример 14).

Пример 14

Установите соответствие между двумя веществами и признаком реакции, протекающей между ними.

ВЕЩЕСТВА

- А) стеарат натрия и CaCl_2 (р-р)
Б) этаналь и KMnO_4 (H^+)
В) бутен-2 и Br_2 (р-р)
Г) муравьиная кислота и NaOH

ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

- 1) выделение бесцветного газа
2) обесцвечивание раствора
3) образование белого осадка
4) растворение осадка
5) видимые признаки реакции отсутствуют

А Б В Г

Ответ:

--	--	--	--

Выполнение задания потребует применения знаний о свойствах веществ во взаимосвязи с экспериментальными навыками проведения реакций между этими веществами. Реакция ионного обмена между стеаратом натрия и хлоридом кальция протекает до конца, так как в результате образуется нерастворимая соль — стеарат кальция, который представляет собой белый осадок (А – 3). Этаналь окисляется раствором перманганата калия в кислой среде, при этом образуется растворимая соль марганца, поэтому будет наблюдаться обесцвечивание раствора перманганата калия (Б – 2). Между бутеном-2 и бромной водой происходит реакция присоединения, в результате наблюдаем обесцвечивание бромной воды (В – 2). Реакция нейтрализации муравьиной кислоты гидроксидом натрия сопровождается образованием воды, поэтому видимых признаков реакции наблюдаться не будет (Г – 5).

Составление развёрнутого ответа на задания высокого уровня сложности требует глубокого анализа условия задания. Последующее выстраивание элементов ответа будет напрямую зависеть от того, насколько чётко выпускник понял, какие понятия, формулы, уравнения реакций и в какой последовательности он будет использовать для решения расчётных задач. Следует обратить внимание на то, что при оформлении развёрнутого ответа необходимо указывать размерность физических величин, используемых в процессе решения задачи, тщательно от-

слеживать логику рассуждений и соответствие их условию задания.

Обучая школьников приёмам работы с различными типами контролируемых заданий (с кратким ответом и развёрнутым ответом), необходимо добиваться понимания того, что успешное выполнение любого задания невозможно без тщательного анализа его условия и выбора адекватной последовательности действий. Одновременно важным становится формирование у учащихся умения рационально использовать время, отведённое на выполнение проверочной работы с большим количеством заданий, каковой и является экзаменационная работа ЕГЭ.

Развитие экзаменационной модели КИМ ЕГЭ 2017 г. будет осуществляться в рамках тех ведущих направлений, начало которым было положено в 2016 г. А именно в направлении:

- усиления деятельностной основы и практико-ориентированной направленности содержания КИМ с учётом характера требований стандарта к результатам освоения ООП по химии для средней школы;
- последующего повышения дифференцирующей способности заданий экзаменационной модели.

Реализация этих направлений предполагает разработку такой системы заданий, выполнение которых потребует использования во взаимосвязи обобщённых знаний, ключевых понятий и закономерностей курса химии.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2016 года по физике

**Демидова Марина
Юрьевна**

доктор педагогических наук, ФГБНУ «ФИПИ», руководитель федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по физике, kim@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по физике, основные результаты ЕГЭ по физике в 2016 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, статистические характеристики заданий экзаменационной работы.

На ЕГЭ по физике в 2016 году использовалась та же экзаменационная модель контрольных измерительных материалов, что и в прошлом году. По сравнению с 2015 годом был расширен перечень контролируемых элементов содержания, который проверялся линиями заданий с кратким ответом. Кроме того, в вариантах был использован более широкий спектр оригинальных задач высокого уровня сложности, для которых необходимо было самостоятельно выделить необходимую для решения физическую модель.

Каждый вариант экзаменационной работы состоял из двух частей и включал в себя 32 задания, из которых 9 заданий с выбором одного верного ответа, 18 заданий с кратким ответом и 5 заданий с развёрнутым ответом.

Каждый вариант экзаменационной работы включал в себя контролируемые элементы содержания из всех разделов школьного курса физики, при этом для каждого раздела предлагались задания всех таксономических уровней. В работе контролировались элементы содержания из следующих разделов (тем) курса физики.

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).

В каждом варианте предлагалось 19 заданий базового уровня, 9 заданий повышенного и 4 задания высокого уровня сложности. Задания базового уровня

ны были включены в часть 1 работы, задания повышенного уровня распределены между двумя частями работы, а задания высоко-го уровня сложности располагались в части 2 работы.

Часть 1 содержала 24 задания, из которых 9 заданий с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа, и 15 заданий с кратким ответом в виде числа или последовательности цифр. 22 задания этой части проверяли усвоение понятийного аппарата курса физики (в том числе применение знаний при объяснении физических явлений и использование законов и формул в несложных расчётных ситуациях), а последние 2 задания — овладение методологическими умениями.

Решению задач была отведена часть 2, которая содержала задачи по всем разделам разного уровня сложности и позволяла проверить умение применять физические законы и формулы как в типовых ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях. Часть 2 содержала 8 заданий, из которых 3 задания с кратким ответом и 5 заданий, для которых необходимо было привести развёрнутый ответ.

Задания с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа, и в виде числа оцениваются 1 баллом. Задания на установление соответствия и множественный выбор оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа, 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Задания с развёрнутым ответом оцениваются двумя экспертами с учётом правильности и полноты ответа. К каждому заданию приводится подробная инструкция для экспертов, в которой указывается, за что выставляется каждый балл — от нуля до максимального балла. Максимальный первичный балл за задания с развёрнутым ответом составляет 3 балла.

Минимальная граница для КИМ ЕГЭ по физике установлена на уровне 36 тестовых баллов. Максимальный первичный балл за выполнение всей работы — 50 баллов. На выполнение всей экзаменационной работы отводится 235 минут.

В ЕГЭ по физике в 2016 году (основной день) приняло участие 167 472 выпускника, что примерно соответствует числу участников в прошлом году (166 926). Наибольшее число участников ЕГЭ по физике, как и в 2015 году, отмечается в г. Москве, Московской области, г. Санкт-Петербурге, Республике Башкортостан, Краснодарском крае и Ростовской области.

В 2016 году в сравнении с 2015 годом практически не изменилась доля неподготовленных участников экзамена (0–20 т.б.), несущественно увеличилась доля слабо подготовленных участников (до 40 т.б.) и снизились доли участников с результатами в диапазонах 61–80 и 81–100 т.б. При этом возросла доля участников, показавших «средние» результаты (в диапазоне от 50 до 60 баллов).

Для ЕГЭ по физике значимым является диапазон от 61 до 100 т.б., который демонстрирует готовность выпускников к успешному продолжению образования в организациях ВПО. Группа участников экзамена, набравших более 61 балла, в 2015 году составляла 17,20%; в 2016 г. этот процент немного снизился — до 15,28.

Ниже представлен анализ результатов выполнения экзаменационной работы для групп заданий по разным тематическим разделам и для групп заданий, проверяющих сформированность разных видов деятельности.

В табл. 1 приведены результаты выполнения заданий экзаменационной работы по содержательным разделам школьного курса физики.

Таблица 1

Раздел курса физики	Средний % выполнения по группам заданий
Механика	52,2
МКТ и термодинамика	46,2
Электродинамика	41,8
Квантовая физика	57,9

Таблица 2

Виды деятельности	Средний % выполнения по группам заданий
Применение законов и формул в типовых ситуациях	59,5
Анализ и объяснение явлений и процессов	58,6
Методологические умения	60,5
Решение задач	16,6

Высокие результаты по квантовой физике объясняются тем, что в 2016 г. задача по данному разделу была представлена лишь среди заданий с кратким ответом повышенного уровня сложности. В целом же отмечается более высокий уровень освоения содержательных элементов механики по сравнению с другими разделами курса. Очевидно, данному материалу уделяется значительное учебное время. Наиболее сложными, как и в 2015 г., оказываются задания по электродинамике.

В табл. 2 представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы по проверяемым видам деятельности.

По сравнению с 2015 годом несколько улучшились показатели по группе заданий на интерпретацию свойств различных процессов и явлений. Вместе с тем по-прежнему низки результаты выполнения заданий на объяснение явлений, при этом повысились средние проценты выполнения заданий на анализ изменения физических величин в механических тепловых и электромагнитных процессах. Наиболее сложным видом деятельности является решение расчётных и качественных задач. Для заданий с кратким ответом повышенного уровня средний процент выполнения составил 25,0, а для заданий с развёрнутым ответом — 11,6. Для заданий высокого уровня сложности отмечается небольшое увеличение средних процентов выполнения задач, использующих явно заданные физические модели, а для заданий с неявно заданными моделями результаты несколько снизились.

В Приложении приведён обобщённый план экзаменационной работы 2016 году с указанием средних процентов выполнения по каждой линии заданий. Исходя из общепринятых норм, при которых содержательный элемент или умение считается усвоен-

ным, если средний процент выполнения соответствующей им группы заданий с выбором ответа превышает 65%, а заданий с кратким и развёрнутым ответом — 50%, можно говорить об усвоении следующих элементов содержания и умений:

- построение графиков скорости и ускорения для равномерного и равноускоренного прямолинейного движения;

- закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения, давление, движение по окружности, закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии, условие равновесия рычага, пружинный и математический маятники, механические волны, количество теплоты, работа в термодинамике, первый закон термодинамики КПД тепловой машины, закон Кулона, закон Ома для участка цепи (формулы);

- инвариантность скорости света в вакууме, планетарная модель атома, нуклонная модель ядра, ядерные реакции, фотоны, закон радиоактивного распада;

- изменение физических величин в механических, тепловых, электромагнитных и квантовых процессах;

- установление соответствия между физическими величинами и формулами или графиками для механических, тепловых, электромагнитных и квантовых процессов;

- определение показаний приборов с учётом абсолютной погрешности измерений, построение графиков по результатам измерений с учётом абсолютной погрешности, выбор оборудования для проведения опыта по заданной гипотезе;

- интерпретация результатов исследований, представленных в виде таблицы или графика.

К проблемным можно отнести группы заданий, которые контролировали следующие умения:

– применение принципа суперпозиции тел, законы Ньютона и определение момента сил;

– объяснение явлений (диффузия, броуновское движение, изопроецессы, насыщенные и ненасыщенные пары, влажность воздуха, изменение агрегатных состояний вещества, электризация тел, проводники и диэлектрики в электрическом поле, явление электромагнитной индукции, интерференция света, дифракция и дисперсия света);

– связь между давлением и средней кинетической энергией, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева — Клапейрона, относительная влажность воздуха, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля — Ленца, закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током, фотоны, закон радиоактивного распада (формулы);

– принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца (определение направления векторных величин);

– решение расчётных задач повышенного уровня сложности;

– решение качественных задач повышенного уровня сложности;

– решение расчётных задач высокого уровня сложности.

Анализ результатов выполнения групп заданий показал отсутствие существенной положительной динамики в освоении како-

го-либо вида деятельности или какого-либо элемента содержания. Как и в прошлые годы, самые высокие результаты показывают задания на проверку основных формул и законов школьного курса физики с использованием простейших расчётов. Наибольшие трудности вызывают любые вопросы на поиск объяснений процессов и явлений и на интерпретацию результатов исследований. Проиллюстрируем это на примерах.

Применение законов и формул в стандартных учебных ситуациях

Шесть линий заданий в каждом варианте проверяли умение применять законы и формулы в стандартных учебных ситуациях, проводить простейшие расчёты и представлять ответ в виде значения физической величины. Результаты выполнения этих групп заданий базового уровня сильно зависят от проверяемого элемента содержания, а в целом результаты по электродинамике (средний процент выполнения — 45) ниже, чем по молекулярной физике (средний процент выполнения — 51), а по МКТ ниже, чем по механике (средний процент — 65). Внутри тематического раздела результаты различны для разных законов и формул.

Так, в механике наиболее высокие результаты демонстрируются при выполнении заданий с применением формул кинетической и потенциальной энергии, импульса тел, длины звуковой волны, силы упругости и силы тяжести (все они выше 70%). Ниже приведён пример задания, с которым справляются 85% выпускников.

Пример 1

Скорость груза массой 0,2 кг равна 3 м/с. Какова кинетическая энергия груза?

Ответ: 0,9 Дж.

Трудности здесь вызывают задания на применение закона сохранения импульса, закона сохранения энергии, а также силы Архимеда. Так, с заданием из примера 2 справились лишь 42% участников экзамена. Основной ошибкой было использование плотности тела вместо плотности воды, которую необходимо было определить по таблице в начале варианта.

Пример 2

Шар плотностью 2,5 г/см³ и объёмом 400 см³ целиком опущен в воду. Определите архимедову силу, действующую на шар.

Ответ: 4 Н.

В блоке молекулярной физики наиболее высокие результаты показаны при выполнении заданий на определение КПД идеальной тепловой машины, а наибольшие трудности вызвали задания на применение первого закона термодинамики, в которых рассматривалась ситуация уменьшения внутренней энергии газа либо охлаждения газа. Одно из таких заданий, верный ответ на которое смогли дать лишь 42% экзаменуемых, приведено в примере 3.

Пример 3

В некотором процессе газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 10 кДж. При этом внутренняя энергия газа увеличилась на 30 кДж. Определите работу, которую совершили внешние силы, сжав газ.

Ответ: 40 кДж.

В блоке электродинамики предлагались задания на применение закона Кулона, закона Ома для участка цепи, формул для расчёта заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, ЭДС индукции, периода колебаний в колебательном контуре, магнитного поля катушки с током. Наиболее высокие результаты получены при выполнении заданий на применение закона Ома (около 80%) и формулы для определения ЭДС индукции. Снизились результаты выполнения заданий на закон Кулона. В примере 4 приведено задание, с которым успешно справились лишь 49% выпускников.

Пример 4

С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 4 м друг от друга? Заряд каждого шарика $8 \cdot 10^{-8}$ Кл.

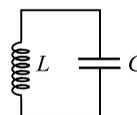
Ответ: 3,6 мкН.

Наиболее сложной оказалась группа заданий на определение периода колебаний в колебательном контуре по формуле зависимости напряжения на конденсаторе от времени (пример 5). Вспомнить взаимосвязь периода колебаний и циклической частоты и верно определить значение периода смогли лишь треть участников экзамена.

Пример 5

В колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 5$ В, $\omega = 2000\pi$ с⁻¹. Определите период колебаний напряжения.

Ответ: 0,001 с.



Кроме заданий с кратким ответом в виде числа, в варианты были включены 2-балльные задания, в которых необходимо было установить соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить. Здесь встречались как основные формулы из кодификатора, так и их производные, полученные путём математических преобразований. Средний процент выполнения этих заданий оказался равным 55. Результаты выполнения этих групп заданий не зависят от тематического раздела. Более высокие показатели получены при выполнении заданий с применением тех формул, которые чаще используются в аппарате усвоения школьного курса. Наиболее высокие результаты продемонстрированы в заданиях с использованием формул, описывающих протекание постоянного тока в цепи, движение заряженной частицы в магнитном поле и изопроцессы, — около 70% выполнения. Самые низкие результаты у группы заданий, использующих формулы, которые описывают преломление света на границе двух сред. Ниже приведён пример одного из таких заданий.

Пример 6

Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Скорость света в воде — u ; скорость света в воздухе — c ; длина световой волны в воде — λ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) показатель преломления воды относительно воздуха
- Б) длина световой волны в воздухе

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\lambda \cdot c}{v}$
- 2) $\frac{v}{c}$
- 3) $\frac{v \cdot \lambda}{c}$
- 4) $\frac{c}{v}$

Ответ:

А	Б
4	1

Выполняя это задание, лишь 20% выпускников правильно определили обе формулы, а ещё 30% смогли привести верный ответ лишь для показателя преломления воды относительно воздуха.

Анализ и объяснение явлений и процессов

В каждом варианте экзаменационной работы было шесть линий заданий на анализ и объяснение процессов и явлений: 4 2-балльных задания на изменение величин в различных процессах (по одному заданию в каждом разделе) и 2 задания на распознавание явления или их объяснение.

Среди заданий на изменение величин прослеживается тенденция снижения средних процентов выполнения заданий от механики к квантовой физике. Например, задания по механике на анализ движения тела по наклонной плоскости и движения спутников вокруг Земли выполнили более 70%. Исключение составляет группа заданий на плавание тел на поверхности жидкости — 52%. Ошибки традиционно допускаются при определении силы Архимеда.

По молекулярной физике предлагались задания на анализ изопроцессов, которые в среднем выполнили около 63% участников. Пример одного из заданий, которые вызвали затруднения, приведён ниже.

Пример 7

В цилиндрическом сосуде под тяжёлым поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения (см. рисунок). В сосуд закачивается ещё такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого давление газа и концентрация его молекул?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа
3

Концентрация молекул газа
3

С этим заданием справились лишь половина экзаменуемых, которые поняли, что газ в открытом сосуде под тяжёлым поршнем будет находиться при постоянном давлении.

В разделе электродинамики задания на анализ преломления света на границе раздела сред, преломления лучей в линзе, движения заряженной частицы в магнитном поле и т.д. выполнили в среднем 59% участников экзамена, а задания по квантовой физике (анализ явления фотоэффекта, радиоактивного распада и поглощения, излучения света атомом) — лишь половина выпускников.

Результаты выполнения заданий с выбором ответа на объяснение явлений зависят от проверяемого умения. Так, задания на распознавания явлений (броуновское движение, диффузия, теплопередача) выполнили более 70% выпускников. А вот с объяснениями справляются в среднем лишь половина участников экзамена. Ниже приведён пример одного из таких заданий.

Пример 8

При нагревании воды на большой высоте она закипает при более низкой температуре, чем на земной поверхности. Это происходит потому, что

- 1) при кипении давление насыщенного водяного пара равно атмосферному давлению, которое убывает с высотой;
- 2) на воду действует меньшая сила тяжести;
- 3) при подъёме воды её внутренняя энергия становится больше, чем на земной поверхности;
- 4) при меньшем давлении происходит более интенсивное испарение жидкости с её поверхности.

Ответ:

1

В этом задании почти 36% тестируемых выбрали последний дистрактор, то есть проблема заключается в непонимании основного свойства кипения — испарения по всему объёму жидкости.

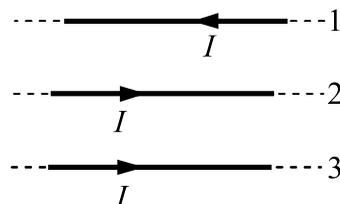
Определение направления векторных величин

В разных сериях вариантов предлагались задания на определение направления различных векторных величин. Наиболее высокие результаты продемонстрированы для заданий на проверку принципа суперпозиции сил (линия заданий 2), а также для заданий на определение направления результирующей кулоновской силы (около 90%). Существенно ниже результаты для групп заданий по определению направления силы Ампера. Правило левой руки уверенно применяют не более 55% участников экзамена. Около половины тестируемых верно определяют направление силы Лоренца. Наиболее сложным оказались задания на определение силы взаимодействия между параллельными токами. Ниже приведён пример одного из таких заданий.

Пример 9

Как направлена сила Ампера, действующая на проводник № 2 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники тонкие, длинные, прямые, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками одинаковы? (I — сила тока.)

- 1) от нас \otimes
- 2) вниз \downarrow
- 3) к нам \odot
- 4) вверх \uparrow



Ответ:

2

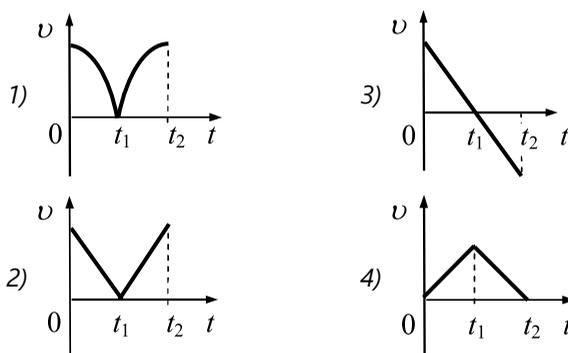
Для ответа на этот вопрос достаточно просто помнить, что проводники с сонаправленными токами притягиваются, а с противоположно направленными отталкиваются. К сожалению, успешно выполнить это задание смогла лишь треть участников экзамена.

Понимание графического представления зависимостей физических величин

В каждом варианте предлагалось не менее шести заданий, выполнение которых было связано с пониманием различных графических зависимостей. В линии заданий 1 использовались графики зависимости координаты, скорости и ускорения от времени для равномерного и равноускоренного движения. Как правило, эти группы заданий не вызывали затруднений у участников экзамена. Так, задания на определение графика зависимости скорости от времени по графику координаты для равномерного движения выполняли около 90% выпускников; аналогичные задания на определение графика ускорения по графику скорости для равноускоренного движения — около 80% участников. Более сложными оказались задания, в которых необходимо было определить схематичный график движения по его описанию. Пример одного из таких заданий приведён ниже.

Пример 10

Мяч падает с некоторой высоты вертикально вниз и после удара о землю отскакивает вверх с той же (по модулю) скоростью. Какой из приведённых графиков зависимости модуля скорости v от времени соответствует указанному движению тела? Система отсчёта связана с Землёй. Сопротивление воздуха не учитывать.



Ответ:

Судя по выбору дистракторов, основная масса ошибок была связана с тем, что обучающиеся путали свободное падение вниз с противоположно направленным движением вверх. В среднем лишь половина учащихся смогли в таких заданиях выбрать правильный ответ.

Среди заданий по механике были представлены группы заданий в линии 7 на установление соответствия между графиками и физическими величинами для случая движения тела, равноускоренного движения тела. Характер движения задавался в условии задания графиком зависимости координаты тела от времени. Средний процент выполнения этих групп заданий составил около 55. Однако результаты сильно различаются для графиков разных величин. Так, экзаменуемые наиболее успешно узнают графики для скорости и ускорения и существенно хуже — для импульса и кинетической и потенциальной энергий.

В разделе молекулярной физики на линии 7 предлагались задания на понимание графиков изопроцессов, которые успешно выполнялись не менее чем 60% обучаемых. Ниже приведён пример задания, с которым справились 72% выпускников.

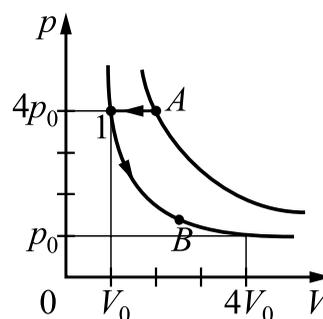
Пример 11

Два различных состояния одной и той же массы разреженного газа изображены точками A и B на диаграмме p - V . Переход газа из состояния A в состояние B осуществляется двумя изопроцессами, обозначенными стрелками. Какие это процессы?

- 1) A -1 — изобарное сжатие; 1- B — изотермическое сжатие;
- 2) A -1 — изобарное сжатие; 1- B — изохорное охлаждение;
- 3) A -1 — изобарное сжатие; 1- B — изотермическое расширение;
- 4) A -1 — изобарное расширение; 1- B — изотермическое расширение.

Ответ:

3



В блоке заданий по электродинамике не было специальной линии заданий с использованием графиков, однако в части заданий на применение законов и формул предлагались различные графические зависимости (например, силы тока от времени в заданиях на определение заряда, силы тока от времени в колебательном контуре или в катушке индуктивности). Во всех этих заданиях графики нужно было использовать для нахождения значения необходимой физической величины. Как показывает сравнение результатов этих заданий с результатами аналогичных заданий без использования графиков, практически не наблюдается снижение результатов выполнения при включении в текст задания графической зависимости.

В блоке по квантовой физике использовались группы заданий на определение периода полураспада радиоактивных изотопов по графику зависимости числа нераспавшихся ядер изотопа от времени. Эти задания успешно выполняются даже группой слабо подготовленных выпускников (средний процент выполнения — около 77).

Методологические умения

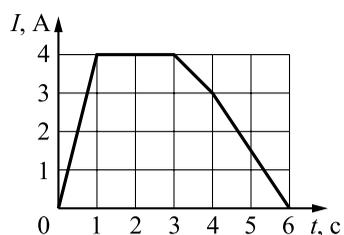
В варианты 2016 года были включены две линии заданий на проверку методологических умений: задание 23 базового и задание 24 повышенного уровня сложности.

Среди заданий базового уровня сложности наиболее высокие результаты (в среднем 75%) продемонстрированы при выполнении заданий на выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе. Как и в прошлом году, среди заданий на запись показаний прибора с учётом заданной абсолютной погрешности измерений при тех же средних результатах выполнения наиболее сложными оказываются задания по фотографиям приборов, особенно в тех случаях, когда необходимо выбрать нужный прибор или нужную шкалу прибора. Например, задание, в котором необходимо было определить, в каком диапазоне находится измеренное барометром атмосферное давление, успешно выполнили лишь половина участников экзамена. Проблема заключалась в том, что нужно было верно выбрать одну из двух шкал (в гПа или мм рт. ст.). Выполнение группы заданий на определение коэффициента пропорциональности по представленной экспериментальной зависимости одной физической величины от другой (с учётом абсолютных погрешностей измерений) свидетельствует о небольшой положительной динамике по сравнению с прошлыми годами.

Средний процент выполнения всех групп заданий на интерпретацию результатов различных опытов, представленных в виде графика или таблицы, составил порядка 55, что соответствует результатам прошлого года. Однако следует отметить, что в этих 2-балльных заданиях значительное место занимает группа участников, сумевшая правильно указать лишь один верный ответ. Покажем это на примере приведённого ниже задания.

Пример 12

В катушке индуктивностью 6 мГн сила тока I зависит от времени t , как показано на графике, приведённом на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения о процессах, происходящих в катушке.



- 1) Скорость изменения тока в катушке была максимальной в интервале времени от 4 до 6 с;
- 2) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, минимален в интервале времени от 3 до 4 с;
- 3) Энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 1 до 3 с оставалась равной 12 мДж;
- 4) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в рамке, в интервале времени от 4 до 6 с равен 9 мВ;
- 5) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален в интервале времени от 0 до 1 с.

Ответ:

5	4
---	---

В каждом из таких заданий один из предлагаемых верных ответов проверяет общее понимание представленного в опыте явления или процесса. В этом задании этот ответ верно указали почти 90% экзаменуемых. А второе утверждение, как правило, требует интерпретации предложенных результатов, проведения несложных расчётов и т.п. С этим, как правило, справляются существенно меньшее число участников экзамена. В данном случае второй ответ верно указали 30% выпускников.

Данная модель заданий обладает большим диагностическим потенциалом, поскольку требует анализа предлагаемого исследования, владения всеми физическими величинами, при помощи которых можно описать соответствующий процесс, понимания зависимостей, связывающих различные величины. В экзаменационной модели 2017 г. количество таких заданий будет увеличено, поэтому на результаты их выполнения необходимо обратить самое пристальное внимание.

Решение задач

В части 2 работы предлагалось 8 задач по разным темам курса физики: 3 задачи с кратким ответом и 5 задач с развёрнутым ответом.

Среди задач с кратким ответом практически во всех сериях вариантов первая задача была по механике, а последняя — по квантовой физике. В среднем с расчётными задачами повышенного уровня сложности справляются четверть участников экзамена. Наиболее успешно выполнены задачи по квантовой физике: примерно треть участников экзамена смогли верно применить уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Ниже приведён пример задачи по данному разделу, с которой справились 32% выпускников.

Пример 13

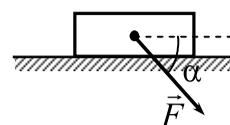
Когда на металлическую пластину падает электромагнитное излучение с длиной волны, максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 4,5 эВ. Если длина волны падающего излучения равна 2λ , то максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1 эВ. Чему равна работа выхода электронов из металла?

Ответ: 2,5 эВ.

Если сравнивать сложность задач с кратким ответом с точки зрения количества используемых законов и формул и объёма математических выкладок, то при таких равных условиях участники экзамена успешнее всего справляются с задачами по механике. Ниже приведён пример такой задачи, с которой также справились около трети тестируемых.

Пример 14

Брусок движется по горизонтальной плоскости прямолинейно с постоянным ускорением 1 м/с^2 под действием силы \vec{F} , направленной вниз под углом 30° к горизонту (см. рисунок). Какова масса бруска, если коэффициент трения бруска о плоскость равен $0,2$, а $F = 2,7 \text{ Н}$? Ответ округлите до десятых.



Ответ: 0,7 кг.

Среди качественных задач наиболее успешно (около 20% участников представили полностью верное объяснение и верный ответ) была выполнения задача по молекулярной физике, в которой необходимо было определить, получает ли газ теплоту или отдаёт её в двух изопроцессах, которые были представлены в виде графика зависимости давления от концентрации газа.

Немного улучшились по сравнению с результатами предыдущих лет средние проценты выполнения качественных задач по электродинамике. Например, задачу на движение металлического шарика между двумя горизонтальными заряженными пластинами или задачу на определение изменения показаний амперметра и вольтметра при перемещении ползунка реостата в электрической цепи постоянного тока полностью верно или с небольшими погрешностями выполняют около 12% выпускников.

Наиболее сложной среди качественных задач оказалась задача на объяснение изменений вольт-амперной характеристики в опыте по изучению фотоэффекта (пример 15).

Пример 15

В опыте по изучению фотоэффекта катод освещается жёлтым светом, в результате чего в цепи возникает ток (рис. 1). Зависимость показаний амперметра I от напряжения U между анодом и катодом приведена на рис. 2. Используя законы фотоэффекта и предполагая, что отношение числа фотоэлектронов к числу поглощённых фотонов не зависит от частоты света, объясните, как изменится представленная зависимость $I(U)$, если освещать катод зелёным светом, оставив мощность поглощённого катодом света неизменной.

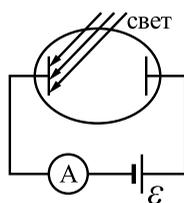


Рис. 1

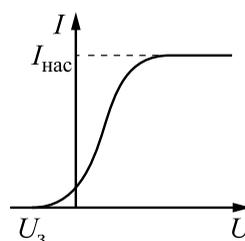


Рис. 2

Около четверти участников экзамена смогли правильно определить изменение тока насыщения, а вот указать на изменение запирающего напряжения и представить верное обоснование ответа смогли лишь около 3% экзаменуемых.

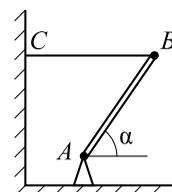
Если сравнивать результаты решения расчётных задач с развёрнутым ответом по тематике, то наиболее высокие результаты получены при выполнении заданий по геометрической оптике. Несмотря на то что предлагались нетрадиционные сюжеты (например, найти длину изображения предмета, расположенного горизонтально главной оптической оси, или определить ход луча через линзу для луча, прошедшего от точечного источника через малое отверстие в экране), в среднем около 20% выпускников смогли не только верно построить ход лучей, но и сделать необходимые расчёты. Для этих серий задач получены самые высокие проценты для оценки в 3 балла.

При выполнении задач по механике наблюдается наиболее высокий процент получения 1 балла за верные попытки решения, то есть к задачам по механике приступают и пытаются

сы их решить наибольшее число участников экзамена. К сожалению, представить полностью верные решения могут в среднем порядка 5% экзаменуемых. Наиболее сложной оказалась задача по статике, пример которой приведён ниже.

Пример 16

Тонкий однородный стержень AB шарнирно закреплён в точке A и удерживается горизонтальной нитью BC (см. рисунок). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня $m = 1$ кг, угол его наклона к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Найдите модуль силы \vec{F} , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.



Большинство участников, приступивших к решению этой задачи, пытались записать правило моментов и соотношение для сил, действующих на стержень, но, как правило, неверно указывали направление силы, действующей на стержень со стороны шарнира, — вдоль стержня.

Среди задач по молекулярной физике наибольшие затруднение вызвали задачи на определение относительной влажности воздуха (пример 17).

Пример 17

Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t = 100^\circ\text{C}$ равно $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$ Па. Объём под поршнем изотермически уменьшили в $k = 4$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n = 3$ раза. Найдите относительную влажность φ воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

Стандартной ошибкой было непонимание того факта, что влажный воздух представляет собой смесь воздуха и водяного пара, а также незнание того факта, что давление насыщенного пара при температуре кипения равно нормальному атмосферному давлению.

По электродинамике, так же как и для качественных задач, повысились средние проценты выполнения заданий по сюжетам, которые использовались в предыдущие годы. Это справедливо для задач на движение заряженной частицы в электрическом поле плоского конденсатора или на движение заряженных частиц в конденсаторе, пластины которого представляют собой дугу окружности.

Для характеристики результатов выполнения работы группами экзаменуемых с разными уровнями подготовки выделяются четыре группы. В качестве границы между группой 1 и группой 2 выбирается наименьший первичный балл (9 п.б.), получение которого свидетельствует об усвоении участником экзамена основных понятий и способов деятельности на минимально возможном уровне. Все тестируемые, не достигшие данного первичного балла, выделяются в группу с самым низким уровнем подготовки. Величина второго граничного первичного балла (33 п.б.) выбирается как наименьший первичный балл, получение которого свидетельствует о высоком уровне подготовки участника экзамена, а именно о наличии системных знаний и об овладении комплексными умениями. Этот балл выбирается как нижняя граница для группы с самым высоким уровнем подготовки.

На рис. 1 представлена диаграмма, демонстрирующая распределение участников по группам подготовки в 2016 г.

На рис. 2 показаны результаты выполнения заданий с кратким и развернутым ответами участниками экзамена с разными уровнями подготовки.

Участники экзамена из группы 1 (0–32 т.б., не преодолевшие минимального балла ЕГЭ) справляются лишь с отдельными простыми заданиями, построенными на широко известных моделях и проверяющих материал, изучаемый как в основной, так и в старшей школе. Например: узнавание формулы второго закона Ньютона, определение скорости по графику зависимости координаты от времени для равномерного движения, определение заря-



Рис. 1. Распределение экзаменуемых по группам с разными уровнями подготовки

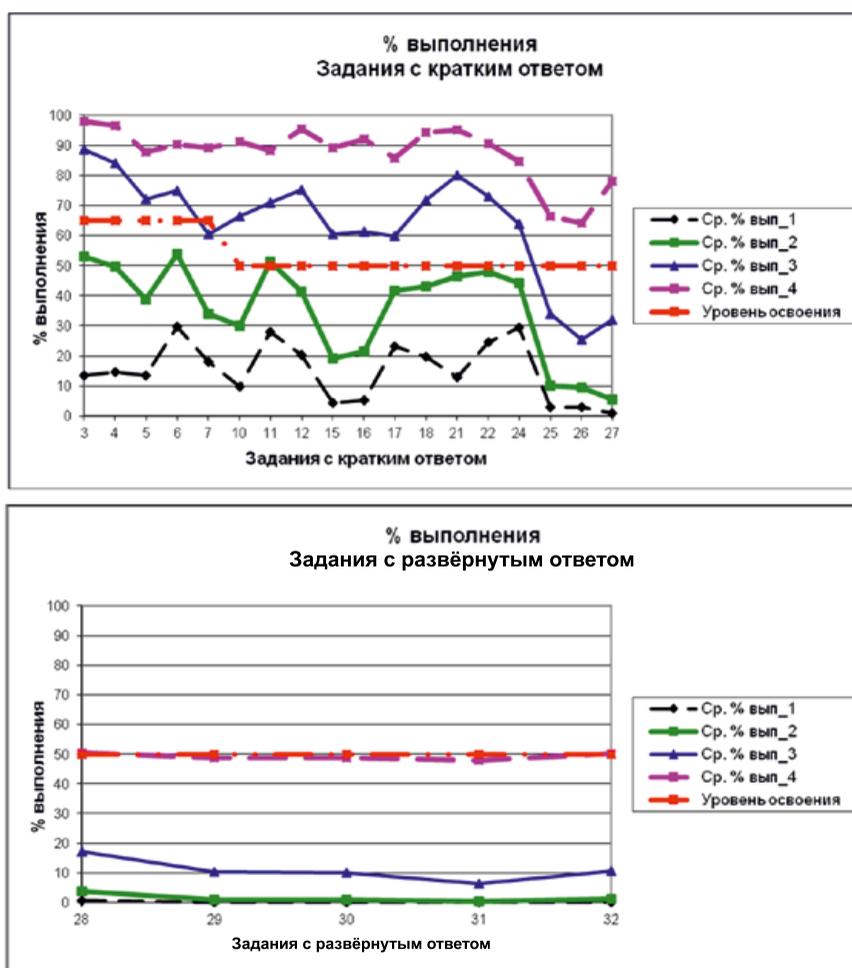


Рис. 2. Результаты выполнения заданий экзаменационной работы участниками экзамена с разными уровнями подготовки

догового и массового чисел для одного из элементов в ядерной реакции, определение показаний приборов. Ниже приведён пример одного из заданий, успешно выполняемых данной группой выпускников.

Пример 18 (процент выполнения группой 1 — 67)

Отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 1,8$.

Каково отношение их масс $\frac{m_1}{m_2}$, если отношение скорости автокрана к скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$?

Ответ: 6 .

Экзаменуемые из группы 2 (36–47 т.б.) характеризуются освоением школьного курса физики на базовом уровне. Нижняя граница данной группы — это достижение минимальной границы, то есть выполнение заданий базового уровня, проверяющих наиболее значимые элементы предметного содержания. Верхняя граница — это получение первичного балла, соответствующего суммарному баллу за выполнение всех заданий базового уровня. Для этой группы характерно наиболее успешное выполнение заданий: на понимание графического представления механического движения; применение основных законов и формул в типовых расчётных ситуациях; анализ изменения физических величин в различных процессах; узнавание различных формул, необходимых для вычисления заданных физических величин.

Группа в целом характеризуется освоением следующих элементов содержания на базовом уровне:

- скорость, ускорение, равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение (*графики*);
- закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения, давление, движение по окружности;
- закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальные энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии;
- тепловое равновесие, теплопередача (*объяснение явлений*);
- абсолютная температура, изопроцессы, количество теплоты, первый закон термодинамики;
- закон Кулона, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников;
- колебательный контур, закон отражения света, ход лучей в линзе;
- планетарная модель атома, нуклонная модель ядра;
- радиоактивность, ядерные реакции, закон радиоактивного распада;
- изменение физических величин в механических, тепловых, электромагнитных и квантовых процессах.

Ниже приведены два примера заданий, с которыми успешно справляется данная группа участников, в отличие от участников, не набравших минимального балла.

Пример 19 (процент выполнения группой 2 — 68)

Тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы величиной 6 Н за 8 с импульс тела увеличился и стал равен 56 кг · м/с. Чему равен первоначальный импульс тела?

Ответ: 8 кг · м/с.

Пример 20 (процент выполнения группой 2 — 57)

Выберите среди приведённых во втором столбце ядерных реакций те, которые являются примерами реакций альфа- и бета-распада.

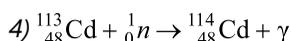
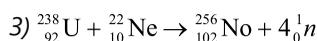
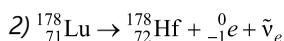
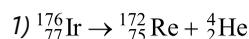
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

А) альфа-распад

Б) бета-распад

ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ



Ответ:	А	Б
	1	2

Проблемными для данной группы остаются элементы содержания, которые изучаются преимущественно на профильном уровне, задания, контролирующие умения анализировать и объяснять различные физические явления, а также группы заданий на определение направления векторных физических величин.

Участники, относящиеся к группе 3 (48–61 т.б.), дополнительно к элементам содержания, освоенным предыдущими группами выпускников, продемонстрировали владение следующим материалом:

- принцип суперпозиции сил, момент силы, условие равновесия твёрдого тела, закон Паскаля, сила Архимеда;

- модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел, диффузия, броуновское движение, изопроецессы, насыщенные и ненасыщенные пары, влажность воздуха, изменение агрегатных состояний вещества (*объяснение явлений*);

- связь между давлением и средней кинетической энергией, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева — Клапейрона;

- относительная влажность воздуха, работа в термодинамике, КПД тепловой машины;
- электризация тел, проводники и диэлектрики в электрическом поле, опыт Эрстеда, явление электромагнитной индукции, правило Ленца, интерференция света, дифракция и дисперсия света (*объяснение явлений*);

- работа и мощность тока, закон Джоуля — Ленца, поток вектора магнитной индукции, закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током;

- инвариантность скорости света в вакууме, фотоны;

- установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами для механических, тепловых, электромагнитных и квантовых процессов.

Группа 3 характеризуется освоением курса физики на базовом и повышенном уровнях сложности. Здесь можно говорить об успешном выполнении всех линий заданий части 1 работы. От предыдущей данную группу отличает высокий процент выполнения заданий с использованием разнообразных расчётов и на соответствие формул и физических величин, а также на определение вида графических зависимостей для различных процессов. Исключение составляет деятельность по решению задач: для группы в целом характерны невысокие результаты для решения задач повышенного уровня сложности части 2 работы (не более 35% выполнения). При этом отдельные задачи с типовыми условиями выполняются вполне успешно.

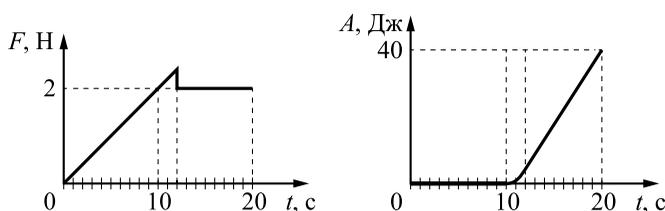
Ниже приведены примеры двух заданий, выполнение которых отличает данную группу от участников, относящихся к группе 3.

Пример 21 (процент выполнения группой 3 — 67)

На шероховатой поверхности лежит брусок массой 1 кг. На него начинает действовать горизонтальная сила \vec{F} , направленная вдоль поверхности и зависящая от времени так,

Аналитика

как показано на графике слева. Зависимость работы этой силы от времени представлена на графике справа. Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных зависимостей.



- 1) За первые 10 с брусок переместился на 20 м;
- 2) Первые 10 с брусок двигался с постоянной скоростью;
- 3) В интервале времени от 12 с до 20 с брусок двигался с постоянным ускорением;
- 4) В интервале времени от 12 с до 20 с брусок двигался с постоянной скоростью;
- 5) Сила трения скольжения равна 2 Н.

Ответ:

3	5
---	---

Пример 22 (процент выполнения группой 3 — 53)

«Красная граница» фотоэффекта для натрия $\lambda_{кр} = 540$ нм. Каково запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих из натриевого фотокатода, освещённого светом с длиной волны $\lambda = 400$ нм? Ответ округлите до десятых.

Ответ: 0,8 В.

Группа 4 характеризуется высоким уровнем подготовки (62–100 т.б.). Для данной группы все линии заданий части 1 решены со средними процентами выполнения не менее 85%. Только для этой группы можно говорить об овладении элементами содержания, которые проверяются заданиями базового уровня, но традиционно вызывают существенные трудности: элементы статики, насыщенные и ненасыщенные пары, электромагнитная индукция, определение направления векторных величин (индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца).

Ниже приведены два примера заданий, с которыми успешно справляется только данная группа экзаменуемых.

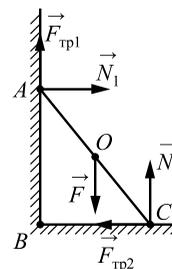
Пример 23 (процент выполнения группой 4 — 74)

На рисунке изображены силы, действующие на шест, прислонённый к стене. Каково плечо силы трения $F_{тр1}$ относительно оси, проходящей через точку A перпендикулярно плоскости рисунка?

- 1) AC
- 2) BC
- 3) 0
- 4) AB

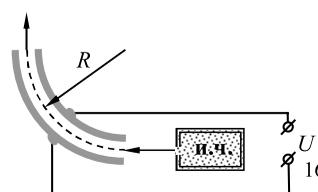
Ответ:

4



Пример 24 (процент выполнения группой 4 — 54)

На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц из источника частиц (и.ч.) для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом R. Предположим, что в промежутке между обкладками конденсатора, не касаясь их, пролетают молекулы инте-



ресующего нас вещества, потерявшие один электрон. Во сколько раз нужно изменить напряжение на обкладках конденсатора, чтобы сквозь него могли пролетать такие же ионы, но имеющие в 2 раза большую кинетическую энергию? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.

Экзаменуемые группы 4 показали овладение всеми проверяемыми видами деятельности и всем спектром элементов содержания. Для заданий базового и повышенного уровней сложности части 1 работы средний процент выполнения составляет более 90%, для расчётных задач повышенного уровня — более 80%. Данная группа продемонстрировала сформированность умения решать качественные и расчётные задачи высокого уровня сложности. В данной группе можно выделить высокобалльников (от 81 до 100 т.б.), которых отличают способности к решению задач высокого уровня сложности с неявно заданной физической моделью.

Как видно из анализа результатов, практически по всем видам деятельности существует тенденция более высоких результатов выполнения заданий по механике, чем заданий по квантовой физике и последним темам электродинамики (при одинаковой сложности задания по механике имеют более высокие средние проценты выполнения). При подготовке к экзамену желательнее усовершенствовать тематическое планирование, перераспределив часть времени, отведённого на механику, «перебросив» его на электродинамику (особенно на темы «Электромагнитные колебания и волны» и «Оптика») и квантовую физику. Это позволит постепенно убрать существующий «перекос» результатов в выполнении одинаковых по сложности заданий.

Стоит отметить и отдельные темы, методика преподавания которых нуждается в совершенствовании. В первую очередь это элементы статики, поскольку низкие результаты продемонстрированы как для простых заданий базового уровня, так и для расчётных задач части 2 работы. Как показывает анализ работ экзаменуемых, выпускники умеют записывать условия равновесия твёрдого тела, а основные их проблемы — неверные рисунки с указанием действующих сил (особенно сил реакции опор) и неверная запись моментов сил относительно выбранной

оси. Целесообразно дополнить дидактические материалы специальными заданиями, в которых требуется правильно изобразить все силы, действующие на тело, или верно определить плечо силы относительно оси и момент этой силы.

Следующей «проблемной зоной» традиционно являются насыщенные пары и влажность воздуха. Трудности возникают на уровне понимания физики процессов (получение насыщенного пара, кипение жидкости, изменение влажности воздуха), поэтому целесообразно сделать акцент на несложных качественных вопросах, позволяющих проверить понимание всех особенностей данных процессов. И особое внимание нужно уделить квантовой физике, самый проблемный элемент в которой — явление испускания и поглощения света атомом.

Результаты решения задач с развёрнутым ответом (наиболее важный вид деятельности, востребованный при поступлении в инженерно-физические вузы) показывают, что только около 26 000 выпускников освоили решение задач на применение знаний в изменённых и новых ситуациях и полностью готовы к обучению в вузе. Это говорит о том, что большое число участников ЕГЭ по физике не имеют возможности полноценного изучения курса физики профильного уровня с учебной нагрузкой не менее 5 часов в неделю. КИМ ЕГЭ по физике в целом, а особенно задания высокого уровня сложности, строятся на базе профильного курса. А его освоение является залогом успешного продолжения образования в соответствующих вузах.

Низкие результаты решения задач свидетельствуют прежде всего о недостатке учебного времени и о том, что физика изучается преимущественно на базовом уровне с нагрузкой 2 часа в неделю. При этом в целом осваиваются все элементы содержания в соответствии с кодификатором, но времени на формирование сложных видов деятельности (в том числе на освоение реше-

ния задач) явно не хватает. Оптимальным является организация профильных физико-математических классов или специальных групп в классе. При невозможности такой организации обучения необходимо шире использовать систему индивидуальных учебных планов для обучающихся, выбравших физику для продолжения образования, включая сюда и дистанционные формы обучения.

С точки зрения методики обучения решению задач целесообразно отказаться от принципа: «заучить как можно больше решений типовых задач». При таком подходе решение задач из сложной самостоятельной деятельности превращается практически в репродукцию, при которой показанные учителем алгоритмы решения без должного анализа и осмысления применяются к аналогичным задачам. Гораздо более ценным является подход, при котором в классе разбирается наиболее сложная задача по данной теме, а затем в малых группах учащиеся сначала совместно друг с другом, а затем самостоятельно вырабатывают планы решения более простых задач (частных случаев рассмотренной в классе задачи).

Успешность решения качественных задач зависит не только от глубины понимания физических процессов, описываемых в задании, но и от сформированности умения выстраивать обоснованные рассуждения. На каждом уроке должны присутствовать качественные задачи: от простых во-

просов, требующих «одношаговых» ответов, до сложных задач с многоступенчатым обоснованием на основании нескольких законов или явлений. При этом необходимо использовать как письменные формы ответов, так и устные.

В процессе обобщающего повторения и подготовки к ЕГЭ целесообразно использовать методы дифференциации в обучении, выделяя группы обучающихся с различными уровнями подготовки (аналогичные описанным выше). При работе с самой слабой группой целесообразно сосредоточиться на базовом курсе физики, особо выделяя наиболее значимые элементы (законы сохранения в механике, законы Ньютона, первый закон термодинамики и т.д.), и добиваться их устойчивого освоения. Для обучающихся, относящихся к группе 2, повторение всех элементов курса физики на базовом уровне сложности целесообразно сочетать с дополнительной математической подготовкой. Это позволит им более уверенно чувствовать себя при выполнении заданий с математическими расчётами и ответами в виде числа. Для группы 3 нужно акцентировать формирование умения решать типовые расчётные задачи повышенного уровня сложности и выбирать посильные для решения задачи высокого уровня. Для наиболее подготовленных выпускников акцентом должно стать решение задач с неявно заданной физической моделью, в которых необходимо требовать обоснование хода решения.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2016 года по географии

**Барabanов Вадим
Владимирович**

ФГБНУ «ФИПИ», руководитель федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по географии

**Амбарцумова
Элеонора Мкртычевна**

заместитель руководителя федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по географии

**Дюкова Светлана
Евгеньевна**

заместитель руководителя федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по географии,
kim@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по географии, основные результаты ЕГЭ по географии в 2016 году, анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, статистические характеристики заданий экзаменационной работы.

В 2016 году структура КИМ ЕГЭ по географии не изменилась по сравнению с КИМ 2015 года. Экзаменационная работа состояла из двух частей.

Часть 1 содержала 27 заданий с кратким ответом (18 заданий базового уровня сложности, 8 заданий повышенного уровня сложности и 1 задание высокого уровня сложности).

В этой части экзаменационной работы были представлены следующие разновидности заданий с кратким ответом:

- 1) задания, требующие записать ответ в виде числа;
- 2) задания, требующие записать ответ в виде слова;
- 3) задания, требующие записать ответ в виде последовательности цифр,

в том числе на установление соответствия географических объектов и их характеристик, с выбором нескольких правильных ответов из предложенного списка, на установление правильной последовательности элементов, а также задания, требующие вписать в текст на месте пропусков ответы из предложенного списка.

Часть 2 содержала 7 заданий с развёрнутым ответом, в первом из которых ответом должен быть рисунок, а в остальных — полный и обоснованный ответ на поставленный вопрос (2 задания повышенного уровня сложности и 5 заданий высокого уровня сложности).

Общее количество заданий в КИМ 2016 года (в сравнении с 2015 годом) сократилось с 41 до 34. Максимальный балл за выполнение всех заданий работы уменьшился с 51 до 47.

Экзаменационная работа включала задания разных уровней сложности, в том числе: 18 — базового, 10 — повышенного и 6 заданий высокого уровня сложности.

Задания базового уровня сложности проверяли освоение требований Федерального компонента государственных образовательных стандартов (ФК ГОС) в объёме и на уровне, обеспечивающем способность выпускника ориентироваться в потоке поступающей информации (знание географической номенклатуры, основных фактов, причинно-следственных связей между географическими объектами и явлениями), и владение базовыми метапредметными и предметными умениями (извлекать информацию из статистических источников, географических карт различного содержания, определять по карте направления, расстояния и географические координаты объектов). Для выполнения заданий повышенного и высокого уровней сложности требовалось владение всем содержанием и спектром умений, обеспечивающих успешное продолжение географического образования. На задания базового уровня приходилось 47% максимального первичного балла за выполнение всей работы, на задания повышенного и высокого уровней — 30% и 23% соответственно.

На выполнение экзаменационной работы отводилось 180 минут. Участники ЕГЭ могли пользоваться линейками, транспортирами и непрограммируемыми калькуляторами. При выполнении работы разрешалось пользоваться включёнными в каждый комплект КИМ справочными материалами — контурными картами (политической мира и федеративного устройства России) с показанными на них государствами и субъектами РФ.

В КИМ 2016 года были включены задания, проверяющие содержание всех основных разделов курсов школьной географии («Источники географической информации», «Природа Земли», «Население мира», «Мировое хозяйство», «Природопользование и геоэкология», «Страноведение», «Геогра-

фия России»). Наибольшее количество заданий (11) базировалось на содержании курса географии России.

Экзаменационная работа включала всего 9 заданий, требующих простого воспроизведения изложенного в учебниках материала или нахождения на карте положения географических объектов, в остальных проверялись умение логически рассуждать, способность применить знания для сравнения и объяснения географических объектов и явлений. В 10 заданиях экзаменационной работы проверялась способность извлекать, анализировать и интерпретировать информацию, представленную на картах и в статистических таблицах.

Задания линии 15 проверяли достижение требований, относящихся к блоку «знать и понимать». Эти задания проверяли как знание фактов и географической номенклатуры, так и понимание важнейших географических закономерностей. Задания под номером 16 проверяли достижение требований блока «уметь» (сформированность общих интеллектуальных и предметных умений). Задания под номером 3 проверяли достижение требований блока «использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни», проверялись способность читать географические карты, определять различия в зональном времени, объяснять разнообразные явления (текущие события и ситуации) окружающей среды.

В КИМ 2016 года были исключены задания с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру правильного ответа. Вместо них были включены новые модели заданий (с кратким ответом), требующие указать правильные ответы из предложенного списка (без указания количества правильных ответов, которые требовалось выбрать), и задание, в котором необходимо было вписать в текст на места пропусков слова или словосочетания из предложенного списка. Именно эти задания вызвали значительные затруднения у выпускников, с каждым из них успешно справились менее половины участников экзамена. Включение этих объективно более сложных заданий вместо заданий с выбором ответа было компенсировано включением в КИМ упомянутых выше справочных материалов, что обеспечило со-

хранение прежнего уровня сложности экзаменационной работы.

В основной период в ЕГЭ по географии (27 мая 2016 г.) принимали участие 17 839 выпускников, что составило немногим более 2% всех выпускников общеобразовательных учреждений России. Столь незначительное число участников экзамена объясняется в первую очередь небольшим количеством вузов, которые требуют результаты ЕГЭ по географии. Экзамен по географии позволил объективно оценить качество подготовки участников экзамена и дифференцировать их по уровню подготовки для конкурсного отбора в учреждения среднего и высшего профессионального образования.

Доли участников ЕГЭ 2016 года с тестовым баллом в диапазонах 41–60 и 61–80 увеличились в сравнении с аналогичными показателями 2015 году на 3,5%, а доля участников с низким тестовым баллом в диапазоне 0–40 сократилась примерно на 2%. При этом доля высокобалльников (81–100 т.б.) осталась без изменений. Повысилось также число стобалльников (с 69 до 90 человек). Таким образом, по сравнению с 2015 годом в целом результаты ЕГЭ 2016 года по географии несколько выше, что указывает на тенденцию повышения уровня географического образования.

Анализ результатов экзамена даёт возможность получить некоторое представление об особенностях освоения учащимися школьного курса географии. Так как ЕГЭ по географии в 2016 году сдавали менее 3% всех выпускников, результаты экзамена не могут в полной мере отражать состояние школьного географического образования в России, однако позволяют выявить некоторые тенденции, сильные и слабые стороны подготовки выпускников.

В работе проверяются все группы требований ФК ГОС: «знать и понимать», «уметь» и «использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни»¹. В целом можно констатировать, что в 2016 году участники ЕГЭ

по географии продемонстрировали освоение на базовом уровне² большинства требований к уровню подготовки выпускников.

Так, большинством выпускников освоены умения, относящиеся к разделу «Источники географической информации»: с заданиями, проверяющими умения определять на карте объекты по их географическим координатам, справились 79% участников экзамена; а с заданиями, в которых требовалось при помощи масштаба определить по плану местности расстояние между объектами, — 72%. Умение читать географические карты проверялось заданиями, в которых необходимо было сравнить характеристики климата (среднемесячные температуры, количество атмосферных осадков и т.п.) отдельных территорий России, показанных на карте способом изолиний. Эти задания успешно выполнили 75% выпускников.

Сформированность умения анализировать статистическую информацию, представленную в виде диаграмм, продемонстрировали 74% экзаменуемых, которые смогли правильно определить значение показателя миграционного прироста населения региона, используя информацию о числе прибывших и выбывших. В 2016 году более 50% участников справились с заданиями линии 16, в которых проверялось умение определять и сравнивать по статистическим источникам информации географические тенденции развития природных, социально-экономических и геоэкологических объектов, процессов и явлений. В этих заданиях использовались статистические данные Росстата и различных международных организаций, характеризующие динамику показателей социально-экономического развития отдельных регионов России и стран мира. Данные в таблицах приводились в процентах к предыдущему году. Более высокие по сравнению с результатами прошлых лет показатели выполнения этих заданий свидетельствуют не только об успешном освоении названных выше требований ФК ГОС, но и о том, что учителя в образовательном процессе стали уделять больше внимания

¹ Объекты контроля подробно отражены в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных организаций для проведения в 2016 г. единого государственного экзамена по географии.

² Объекты контроля подробно отражены в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных организаций для проведения в 2016 г. единого государственного экзамена по географии.

отработке этих важных умений, имеющих метапредметный характер.

Важно отметить, что участники ЕГЭ показали хорошее знание столиц и административных центров России, а также столиц иностранных государств: с заданием 19 успешно справились около 70%.

Участники ЕГЭ 2016 года продемонстрировали хорошее знание и понимание экономической и социальной географии мира. В первую очередь необходимо отметить неплохой (55–65%) уровень выполнения заданий, проверяющих владение основными понятиями, связанными с пониманием экономической и социальной географии: «международное географическое разделение труда», «международная экономическая интеграция», «воспроизводство населения», «урбанизация», «миграция населения». Большинство участников также продемонстрировано умение оценивать ресурсообеспеченность стран и регионов мира: задание 22, проверяющее это умение, успешно выполнили более 55% экзаменуемых.

Хорошо освоены требования, относящиеся к разделу «Население мира»: около 70% участников экзамена продемонстрировали умение оценивать территориальную концентрацию населения мира, сравнивать плотность населения отдельных стран и регионов.

На знании типологических особенностей стран с разным уровнем социально-экономического развития базируются умения оценивать демографическую ситуацию (сравнивать доли лиц различных возрастов в структуре населения) в отдельных странах и регионах мира. На этих же знаниях базируется понимание различий в уровне и качестве жизни населения (умение дать сравнительную оценку показателей ожидаемой продолжительности жизни и душевого ВВП). С заданиями, проверяющими соответствующие требования ФК ГОС, успешно справились 68% и 71% экзаменуемых соответственно.

Также большинство участников ЕГЭ продемонстрировали успешное достижение ряда требований, проверявшихся на материале раздела «Мировое хозяйство». Более 65% выпускников показали понимание географических особенностей отраслевой и территориальной структуры мирового хозяйства, особенностей структуры хозяйства

развитых и развивающихся стран и знание того, что постиндустриальная структура хозяйства с преобладанием занятых в сфере услуг типична для наиболее развитых стран, а высокая доля занятых в сельском хозяйстве характерна для стран с относительно невысоким уровнем развития экономики. Более 60% учащихся знают специализации стран в системе международного географического разделения труда, крупнейших производителей и экспортёров важнейших видов промышленной и сельскохозяйственной продукции.

На материале темы «Сельское хозяйство мира» участники ЕГЭ продемонстрировали умение сравнивать по разным источникам информации географические тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений. Средний процент выполнения задания 31, проверявшего это умение, превысил 55%.

Большинство выпускников понимают зависимости температуры воздуха и атмосферного давления от высоты и относительной влажности воздуха (задание 2) и наличие пространственных представлений о положении климатических поясов, закономерностей распределения тепла и влаги на Земле. Однако задания, проверявшие содержание раздела «Природа Земли и человек», традиционно вызывают затруднения. Так, понимание закономерностей изменения продолжительности дня и ночи по временам года в зависимости от широты места (задание 6) успешно выполнили около 58% участников ЕГЭ.

Очень важно отметить продемонстрированное выпускниками 2016 года достижение практически всех требований ФК ГОС по разделу «География России». Большинство выпускников знают крупные формы рельефа нашей страны, её реки, озёра и моря, омывающие её территорию, и понимают основные закономерности распределения тепла и влаги по её территории (задания 5, 7). Хорошо освоена тема «Население России»: участники ЕГЭ знают особенности размещения населения по территории, крупнейшие города нашей страны. Экзаменуемые также показали знание важных особенностей географии промышленности, сельского хозяйства и транспортной системы России. Умения рассчитывать и анали-

климатических поясах. Большинство экзаменуемых знают, что Китай является крупнейшей по численности населения страной мира, но не знают, что эта страна — мировой лидер по производству не только риса, но и пшеницы. Более 70% участников ЕГЭ знают, что в Индии преобладает сельское население, но при этом 25% не знают, что она является крупным производителем риса, в ней принята республиканская форма правления. Вообще незнание форм правления таких крупных стран мира, как Индия, Китай, США и др., является типичным недостатком подготовки выпускников. В целом недостатки страноведческих знаний, по-видимому, объясняются неумением связать знания об отдельных странах, полученные при изучении общей части курса «Экономическая и социальная география мира», со знаниями, полученными при изучении региональной части этого курса.

Главным недостатком подготовки выпускников по курсу «География России» является недостижение требования ФК ГОС знать и понимать особенности природы населения и хозяйства крупных географических районов России. Менее половины участников ЕГЭ справились с заданиями, которыми проверялось достижение этого требования. Так, почти половина экзаменуемых не знают, что на большей части территории Европейского Севера России распространена тайга, но при этом считают, что большая часть его территории находится в пределах зоны вечной (многолетней) мерзлоты. Почти половина участников экзамена не знают, что Восточная Сибирь является крупным районом производства таких цветных металлов, как медь и алюминий; почти треть не знают, что огромные территории в этом районе практически не заселены. Складывается представление, что отмеченные выше недостатки подготовки связаны с тем, что обучающиеся просто не знают состава территории географических районов страны, имеют весьма смутные пространственные представления об их границах и положении на карте.

Недостаточно сформированы знания о размещении основных отраслей промышленности России. В первую очередь это касается таких отраслей промышленности, как цветная металлургия, электроэнергетика, до-

быча каменного угля, химическая промышленность: лишь 20% выпускников знают, что крупнейшим центром цветной металлургии России является Норильск, имеют представления о главных центрах алюминиевой промышленности страны. Значительная часть учащихся ошибочно считают, что крупным районом добычи каменного угля в России является Поволжье, а атомная энергетика получила развитие в Восточной Сибири.

Принимая во внимание то, что в настоящее время происходит переход общеобразовательных организаций на работу по ФГОС, необходимо отметить недостаточную сформированность метапредметных умений. В первую очередь это слабое владение языковыми средствами — неумение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства, географическую терминологию. Анализ развёрнутых ответов участников ЕГЭ показывает, что в большинстве случаев они, совпадая по смыслу с элементами содержания верных ответов, формулируются неграмотно не только с точки зрения использования терминологии, но и с точки зрения норм русского языка. Приведём несколько примеров:

- характеристика климата: «*Территория обладает большими температурами*»;
- описание ландшафта местности: «*На участке 3 находится берёзовая роща, данная роща преобладает в смешанных лесах и лесостепях*»;
- оценка природно-ресурсной базы территории: «*Нахождение республики в лесной зоне, что является главным сырьём*».

В тексте, где требовалось вставить слово на место пропуска в предложении «*Климат Дальнего Востока характеризуется _____ по сравнению с Восточной Сибирью годовыми суммами атмосферных осадков*», четверть участников экзамена вместо слова «большими» использовали прилагательные «влажными» и «сухими». К сожалению, такого рода ответы являются типичными.

Значительная часть выпускников не способны использовать имеющиеся в их распоряжении источники информации (включённые в КИМ справочные материалы) для решения задач. Так, при выполнении задания на определение страны по её краткому описанию, в котором указывалось, что стра-

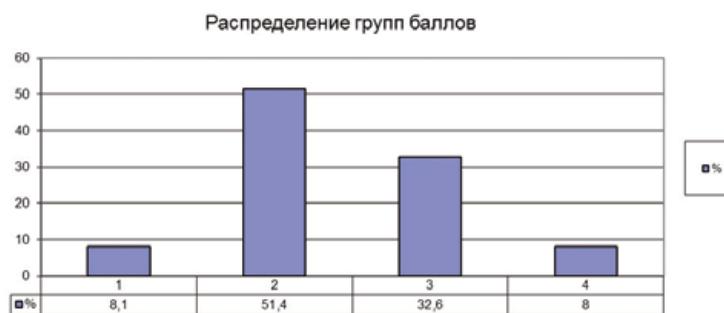


Рис. 1. Распределение участников ЕГЭ по группам с разными уровнями подготовки

на расположена на полуострове в Западном полушарии, многие выпускники указывали Норвегию, Швецию, Данию, хотя с помощью карты нетрудно было убедиться, что эти страны находятся в Восточном полушарии.

Всех участников ЕГЭ по географии можно разделить на четыре группы с разным уровнем подготовки, условно соответствующие привычным школьным отметкам:

1 группа — неудовлетворительный уровень подготовки (0–10 баллов);

2 группа — удовлетворительный уровень подготовки (11–31 балл);

3 группа — хороший уровень подготовки (32–42 балла);

4 группа — отличный уровень подготовки (43–47 баллов).

На рис. 1 показано распределение выпускников по этим группам.

На рис. 2, 3 показаны различия, существующие в результатах выполнения заданий экзаменационной работы выпускниками с разными уровнями подготовки.

Диагностика реального уровня подготовки будущих выпускников, планирующих сдавать ЕГЭ по географии, может позволить своевременно выявить пробелы в их подготовке и предпринять необходимые меры, направленные на их устранение.

В 2016 году **выпускники с неудовлетворительным уровнем подготовки** составили 8,1% от общего числа участников ЕГЭ по географии. Эти выпускники не продемонстрировали достижение ни одного из требований ФК ГОС, проверяемых на ЕГЭ по географии. Знания таких участников ЕГЭ фрагментарны, не имеют системы, зачастую основаны на обыденных представлениях. Для выведения таких обучающихся из «группы риска»

могут быть использованы различные виды деятельности, однако с учётом дефицита времени целесообразно сосредоточиться на тех из них, которые помогут при выполнении сразу многих заданий, включаемых в КИМ.

Как уже отмечалось выше, в КИМ включаются справочные материалы (контурные карты — политическая мира и федеративного устройства России с показанными на них государствами и субъектами РФ). Эти карты не только необходимы при выполнении задания 1 КИМ, но и могут помочь при выполнении ряда других заданий экзаменационной работы: заданий на определение страны (региона России) по краткому описанию, на сравнение плотности населения отдельных стран или регионов нашей страны и других заданий, для правильного ответа на которые необходимо представлять положение на карте стран (регионов России), указанных в условии.

Знание географической номенклатуры, положения на карте географических объектов необходимо при выполнении не только тех заданий экзаменационной работы, которые непосредственно его проверяют, но и для многих других заданий. Для наименее подготовленных обучающихся можно рекомендовать подписывание на контурной карте выборочно (наиболее значимых и часто проверяемых в ЕГЭ) отмеченных на ней учителем географических объектов (островов и полуостровов, форм рельефа материков, частей Мирового океана, рек и озёр).

Варианты КИМ включают от 5 до 7 заданий на установление правильной последовательности. Это задания на сравнение продолжительности дня на трёх параллелях в тот или иной день года, сравнение клима-



Рис. 2. Выполнение заданий с кратким ответом группами экзаменуемых с разными уровнями подготовки

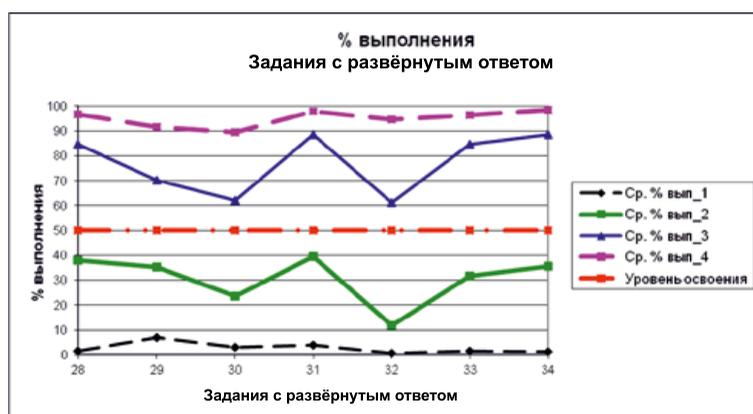


Рис. 3. Выполнение заданий с развёрнутым ответом группами экзаменуемых с разными уровнями подготовки

та (средних температур воздуха, количества атмосферных осадков) отдельных территорий, сравнение уровня и качества жизни населения различных стран, возрастной структуры их населения. При выполнении этих заданий от 15 до 30% участников экзамена указывают последовательность, обратную правильной, что может свидетель-

ствовать не только о неправильном понимании закономерностей, проверяемых в этих заданиях, но и о непонимании текста задания, используемой в нём географической терминологии.

Так, например, в следующем задании требовалось всего лишь прочитать показанные на карте данные.

С помощью карты (рис. 4) сравните средние температуры воздуха января в точках, обозначенных на карте цифрами 1, 2, 3. Расположите эти точки в порядке повышения температуры воздуха.

Запишите в таблицу получившуюся последовательность цифр.

Запись в ответе последовательности цифр, обратной правильной, свидетельствует о непонимании того, что означает «повышение температуры воздуха» применительно к отрицательным температурам, что температура -25°C выше, а не ниже -35°C .

Как показывает практика, у значительной части обучающихся недостаточно сформирована функциональная грамотность, и без целенаправленного осмысления им трудно понять то, о чём их спрашивают в задании. При подготовке к выполнению заданий на установление правильной последовательности со слабыми учениками рекомендуется разбирать,

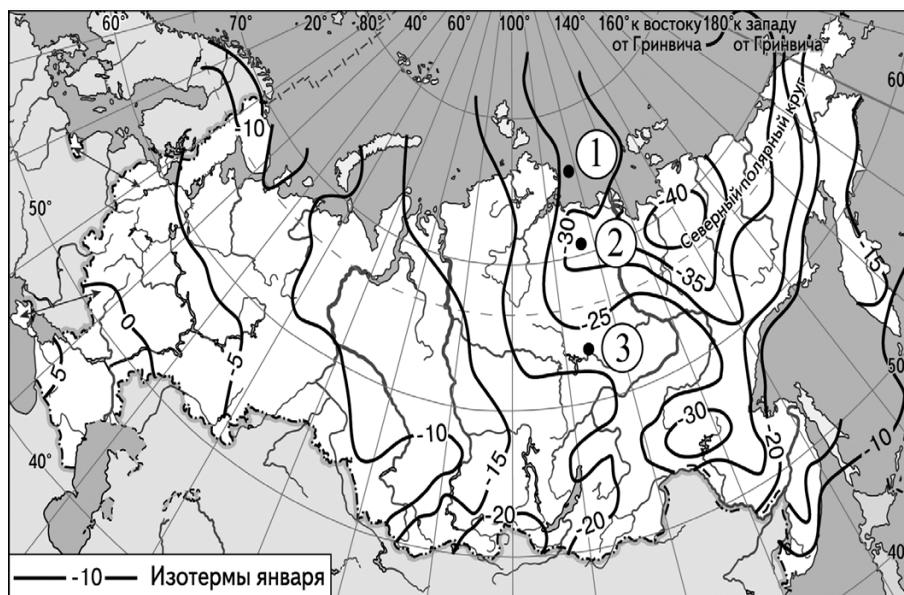


Рис. 4. Средняя температура воздуха января 2007 г. (в °С)

ЧТО и КАК проверяется в том или ином задании. Это можно делать различными способами. Покажем это на примере следующего задания.

На метеостанциях 1, 2 и 3, расположенных на склоне горы, были одновременно проведены измерения атмосферного давления. Расположите эти метеостанции в порядке повышения значений атмосферного давления (от наиболее низкого к наиболее высокому).

Метеостанция	Высота над уровнем моря, м
1	1250
2	870
3	630

Запишите в таблицу получившуюся последовательность цифр.

Ответ:

--	--	--

Рекомендуется последовательно попросить обучающихся ответить на вопросы, связанные с заданием.

1. Что дано в задании? (Номер метеостанции и высота каждой над уровнем моря.)

2. Связь между какими характеристиками нужно установить для решения задания? (Связь между абсолютной высотой метеостанции и атмосферным давлением.)

3. Какое из перечисленных показаний атмосферного давления самое низкое, а какое самое высокое?

4. Какая существует закономерность атмосферного давления в зависимости от высоты над уровнем моря? (С увеличением высоты атмосферное давление понижается.)

5. Как переформулировать эту закономерность для решения данной задачи, где даны высоты и требуется соотнести атмосферное давление с высотой? (Чем меньше высота, тем выше атмосферное давление.)

6. Какая метеостанция расположена на наибольшей высоте? Означает ли это, что там атмосферное давление будет наименьшим?

7. Какая метеостанция расположена на наименьшей высоте? Означает ли это, что там атмосферное давление будет наибольшим?

8. После ответов на эти вопросы нужно попросить учащихся записать метеостанции в порядке повышения значений атмосферного давления.

На знании и понимании типологических особенностей стран, имеющих разные уровни социально-экономического развития, базируется целый ряд заданий КИМ ЕГЭ по географии. Однако анализ ответов участников экзамена показывает, что причиной ошибок является не только незнание проверяемых на ЕГЭ особенностей населения и хозяйства развитых и развивающихся стран, но и элементарное незнание некоторых стран и связанная с ним неспособность отнести их к той или иной группе. Слабые обучающиеся просто не знают, например, такой страны, как Непал, путают Венгрию с Венесуэлой, Либерию с Латвией, а Ливию с Литвой. Для устранения этой проблемы в их подготовке можно рекомендовать им провести работу по классификации по группам стран, указанных в приложении учебника, а для закрепления — дать задания по разделению списка стран на две группы. При наличии времени желательно дополнить эту работу нанесением этих стран на контурную карту.

Самая многочисленная (51,4%) **группа участников** имеет **удовлетворительный уровень подготовки**. Эта группа экзаменуемых демонстрирует достижение многих проверяемых требований ФК ГОС. Они знают и понимают основные термины и понятия экономической и социальной географии, знают факты и номенклатуру, типологические характеристики стран современного мира, особенности рельефа материков и России. Их подготовка характеризуется достаточно хорошим владением материалом разных тем, наличием детальных пространственных представлений о размещении географических объектов и явлений. Они обладают необходимыми базовыми умениями — умеют использовать картографические и статистические источники для поиска и извлечения информации (умеют читать географические карты различного содержания, определять по карте географические координаты и расстояния, определять различия во времени).

В то же время знания выпускников этой группы не являются полными, не имеют системы. Характерные недостатки их подготовки — слабое владение понятийным аппаратом физической географии и недостаточное понимание географических явлений и процессов в геосферах, что хорошо замет-

но по результатам выполнения ими задания 4. Эти результаты свидетельствуют о том, что многие из пришедших на экзамен выпускников не имеют полного правильного представления об изученных географических процессах и явлениях. Они выучивают одно или два из нескольких признаков, что не позволяет им осознать сущность изучаемых процессов и, следовательно, узнавать их и правильно описывать. Такое ограниченное восприятие, возможно, будет затруднять экзаменуемым успешное дальнейшее обучение по географическому профилю.

Теоретические знания о пространственных, причинно-следственных связях между географическими объектами и явлениями усвоены выпускниками этой группы значительно хуже, чем фактологические знания, что очень заметно на примере темы «Земля как планета» (задание 6). Понимание географических следствий формы, размеров и движений Земли является базовым для понимания всех географических закономерностей. Об отсутствии понимания географических следствий годового движения Земли при наклонном положении её оси более чем половиной этой группы участников экзамена свидетельствует то, что они не могут применить знания о положении Солнца над горизонтом на разных параллелях в течение года для сравнения продолжительности светового дня, высоты Солнца над горизонтом. Причинами ошибок является наличие у некоторых из них неверных представлений о прямой взаимосвязи между высотой Солнца над горизонтом и продолжительностью дня на разных широтах (связаны с непониманием географической сущности понятий «тропик», «полярный круг»). Сложности с выполнением этих заданий обусловлены тем, что ученики не понимают, какие из изученных закономерностей им следует применить для решения данной задачи, что свидетельствует о неглубоком усвоении данных знаний даже на репродуктивном уровне.

К значимым недостаткам подготовки этой группы выпускников по экономической и социальной географии мира можно отнести несформированность умений: находить и анализировать информацию, необходимую для изучения географических объектов и явлений, оценки обеспеченности тер-

риторий человеческими ресурсами; оценивать ресурсообеспеченность отдельных стран и регионов мира; определять и сравнивать по разным источникам информации тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений.

Существенно повысить уровень подготовки выпускников данной группы по экономической и социальной географии можно, оказав им помощь в систематизации их знаний о типологических особенностях населения групп стран, выделяемых внутри групп развитых и развивающихся стран. Можно рекомендовать, используя статистические данные, самостоятельно сравнить показатели рождаемости и естественного прироста населения в развитых странах Африки, с одной стороны, и Латинской Америки — с другой. Один из недостатков подготовки выпускников из этой группы — неумение сопоставлять и интерпретировать географическую информацию, поэтому, кроме общих выводов по результатам сравнения, рекомендуется также предложить обучающимся объяснить выявленные различия.

При изучении курса «Экономическая и социальная география мира» необходимо провести предусмотренную программой практическую работу по определению ресурсообеспеченности какой-либо страны с разными видами природных ресурсов. На примере США, Канады или Китая можно предложить рассчитать показатель ресурсообеспеченности водными, лесными и земельными ресурсами, нефтью и каменным углем. Обязательно следует провести анализ результатов работы с индивидуальным разбором ошибок.

Менее 50% этой группы выпускников справились с заданиями, в которых требовалось на основе статистических данных, характеризующих динамику показателей социально-экономического развития отдельных регионов России в процентах к предыдущему году, определить, в каких регионах наблюдался рост объёмов производства в рассматриваемый в задании период. Очевидно, что значительная часть обучающихся не понимают, что любое значение показателя более 100% означает прирост объёмов по сравнению с предыдущим годом, и наоборот, любое значение показателя менее 100% означает уменьшение объёмов производства.

Можно предположить, что одним из факторов, снижающим результаты этой группы выпускников, является недостаточная математическая подготовка. Компенсировать этот недостаток можно, напомнив им порядок расчётов показателей в процентах и в промилле (практиковаться в этом целесообразно при изучении регионального раздела: для расчётов долей отдельных стран в производстве и поставках на мировой рынок различных видов промышленной и сельскохозяйственной продукции).

Описанные выше виды деятельности будут способствовать достижению учащимися с удовлетворительной подготовкой сразу нескольких требований, владение которыми демонстрируют обучающиеся с хорошим уровнем подготовки.

Выпускники с хорошим уровнем подготовки составили 32,6% участников экзамена в 2016 году. Они демонстрируют достижение практически всех требований образовательных стандартов. Их подготовка характеризуется хорошим знанием фактологического материала, наличием детальных пространственных представлений, отражающих географические различия природы, населения, хозяйства мира и России (они знают и понимают географические особенности климата материков и России, отраслевой структуры мирового хозяйства, размещения основных отраслей промышленности мира и отраслей хозяйства России). У этих выпускников сформирована система теоретических знаний (понятия, закономерности, понимание географических следствий движений Земли, географических явлений и процессов в геосферах; зональность и поясность); они умеют применить свои знания анализа демографических ситуаций, решения типовых заданий на объяснение особенностей природы, населения, хозяйства отдельных территорий. В то же время, обладая всеми необходимыми знаниями, эти ученики не всегда могут их применить или не могут сориентироваться, какую закономерность следует учитывать при решении конкретной задачи нового для них типа. Например, анализ результатов выполнения заданий линии 30 показал, что данная группа выпускников успешно справляется с типовыми заданиями на определение участков местности, на которых существует опасность развития водной эрозии

почв, определения взаиморасположения по климатограммам, отражающим особенности их климата. В то же время менее половины этой группы участников успешно справляются с относительно нестандартными заданиями на выявление и обоснование различий в количестве суммарной солнечной радиации в разное время года в пунктах, находящихся на разных широтах. Они в целом усваивают зависимость количества солнечной радиации от широты, однако не учитывают факторы изменения продолжительности дня по временам года, прозрачности воздуха, так как для этого требуется использовать знания, относящиеся к другой теме. Актуализировать эти знания можно и в курсе «Экономической и социальной географии мира» (при изучении новых современных тенденций развития электроэнергетики мира проанализировать подходы к выбору мест для строительства новых крупных солнечных электростанций).

В целом важным резервом повышения уровня подготовки этой группы выпускников является развитие у них умений интегрировать имеющиеся знания с новой информацией, использовать их для решения задач в новых, нестандартных ситуациях.

Выпускники с отличным уровнем подготовки (высокобалльники) (14,9%) демонстрируют овладение всеми требованиями ФК ГОС.

На основании анализа результатов экзамена, выявленных недостатков подготовки выпускников можно предложить некоторые меры по совершенствованию преподавания географии в школе.

Выявленные недостатки подготовки выпускников, вероятно, могут быть связаны с различными факторами, в значительной степени это недостаток времени на изучение географии в базовом учебном плане, перегрузка как обучающихся, так и учителей. На результаты школьного географического образования негативное влияние также оказывают невысокий интерес учащихся к предмету и низкая мотивация к его изучению, которые связаны с нарушением принципа связи школьного географического образования с жизнью, излишней академичностью и фактологичностью содержания предмета, сохраняющейся репродуктивной направленностью образовательного процес-

са. В период постепенного перехода на работу по новым примерным основным образовательным программам эти проблемы необходимо постепенно решать.

Для профилактики недостатков подготовки школьников, повышения системности их знаний большое значение имеет своевременное выявление существующих пробелов в базовой подготовке обучающихся. Изучение многих вопросов курсов географии России и мира должно строиться с опорой на знание общих физико-географических закономерностей, изучаемых ранее. Поэтому при планировании образовательного процесса рекомендуется предусмотреть перед началом изучения каждого нового раздела курса школьной географии время на диагностику аспектов подготовки, являющихся опорными при изучении тех или иных вопросов. Особое значение имеет проведение в начале учебного года стартовой диагностики, нацеленной на проверку сформированности общеучебных информационно-коммуникативных и иных умений, навыков, видов познавательной деятельности. Такую работу можно и нужно планировать и проводить совместно с другими учителями естественнонаучного и социально-гуманитарного циклов. Полезными при составлении соответствующих диагностических работ могут быть как задания из различных сборников, предназначенных для проведения тематического контроля, так и сборники заданий для оценки метапредметных результатов обучения.

Отмеченное выше у значительной части выпускников неуверенное владение географической терминологией, неполное знание признаков географических процессов и явлений ведут к искажённому восприятию этих процессов, затрудняют успешное продвижение обучающихся по образовательной траектории и препятствуют формированию научной картины мира.

Повышению эффективности образовательного процесса будет способствовать усиление акцента на сформированность у всех обучающихся ключевых географических понятий (это фундамент достижения многих требований образовательных стандартов). Полноценная сформированность географических понятий характеризуется способностью применять их при решении задач,

использовать для выражения своих мыслей (а не для воспроизведения текстов учебника). Для обеспечения такого уровня овладения понятиями целесообразно даже при дефиците времени отрабатывать все признаки, характерные черты рассматриваемого географического явления (процесса). Понятие должно усваиваться во всей полноте, иначе у учащихся возникает искажённая картина действительности. Целесообразно использовать небольшие тексты разных жанров — научные, информационные, публицистические — для узнавания изучаемых объектов. Необходимо учить школьников критически относиться к информации, разбирая, кто, как и почему именно так описывает явление: все ли признаки явления указаны; почему автор описал не все признаки; с какой целью автор описал это явление; если не все признаки указаны, значит ли это, что остальными признаками это явление не обладает, можно ли его отнести к изучаемым понятиям и т.п. (здесь может оказать помощь учитель русского языка, так как на этом предмете изучаются тексты разных жанров). При организации текущего и тематического контроля знаний, проведении «географических диктантов» рекомендуется не ограничиваться проверкой знания учащимися определения понятий, а предлагать задания, требующие их применения.

Очевидно, что необходимость включения в образовательный процесс новых видов деятельности в условиях дефицита времени требует методических решений, которые позволят обеспечить достижение большинством учащихся требований образовательных стандартов без значительных дополнительных временных затрат, таких методических решений, которые позволят найти резервы времени в учебном плане. В первую очередь время, необходимое для включения в образовательный процесс новых видов деятельности, рекомендуется выделять за счёт сокращения времени, отводимого на репродуктивные виды деятельности обучающихся, в том числе на пересказ изученного материала.

Достижение планируемых результатов обучения по курсу географии России имеет особое значение. Как уже отмечалось выше, существенным недостатком подготовки выпускников является недостижение требования стандарта знать и понимать особенно-

сти природы, населения и хозяйства крупных географических районов России, и причиной этого недостатка является незнание состава территории географических районов страны, отсутствие пространственных представлений об их границах и положении на карте.

Очевидно, что широко распространённое в практике обучения простое заучивание состава территорий районов и нанесение на контурную карту их границ не достигает желаемого результата. Сформированность этого знания возможна только при условии его использования на практике, когда это знание для учащихся из категории цели переходит в категорию средства решения учебной задачи (деятельность). Для реализации этого приёма рекомендуется при изучении каждого из географических районов предусматривать самостоятельную работу обучающихся с тематическими картами России (а не отдельных районов) для составления кратких характеристик природы и населения географических районов. В процессе выполнения таких заданий ученики будут неоднократно актуализировать знания о составе территории, районах, их границах, в результате чего у них должны сформироваться твёрдые пространственные представления об их положении на карте. Повышению степени сформированности таких представлений будет способствовать проведение самостоятельных работ обучающихся с тематическими картами атласа по сравнению и объяснению различий природных условий отдельных регионов при отработке знаний о закономерностях изменения природных условий на территории страны, сравнение особенностей населения и хозяйственной специализации регионов.

Работа по профилактике типичных ошибок может значительно повысить эффективность преподавания. Эта работа не требует больших дополнительных затрат времени: в большинстве случаев достаточно при изучении соответствующей темы обратить внимание школьников на такие ошибки и объяснить, с чем они связаны.

Типичными являются ошибки, связанные с непониманием закономерностей изменения средних температур воздуха в умеренном климатическом поясе Евразии и в России в зимнее время.

Приведём **пример задания**

Расположите перечисленные ниже города в порядке повышения средней многолетней температуры самого холодного месяца, начиная с города с самой низкой температурой.

- 1) Красноярск
- 2) Кострома
- 3) Мурманск

Запишите в таблицу получившуюся последовательность цифр.

Ответ:

--	--	--

При выполнении данного задания типичной ошибкой является указание Мурманска как города с самыми низкими зимними температурами воздуха. То, что Мурманск является самым северным из указанных в задании городов, выпускникам известно. Неверный ответ свидетельствует об обыденном представлении: «чем севернее, тем холоднее». Для профилактики подобных ошибок важно актуализировать изучаемые в 7–8-х классах закономерности при изучении регионального раздела курса географии России. Известно, что при изучении крупных географических районов России часто основное внимание уделяется их населению и хозяйству, а климат, например, рассматривается достаточно бегло. Рекомендуется при изучении каждого из районов фиксировать в таблице данные об особенностях климата одного из регионов (административных центров регионов), входящих в состав географических районов. В конце изучения курса можно предложить обучающимся сделать вывод о том, какую из изученных ими закономерностей подтверждают собранные данные.

Типичные ошибки участников экзамена по теме «Население России» обусловлены ложным представлением о том, что в Азиатской части страны повсеместно плотность населения очень низкая. Причины формирования таких представлений могут быть связаны тем, что при изучении географических районов Азиатской части страны обращается внимание на то, что значение показателя средней плотности населения в этих районах ниже среднего по стране. При изучении всех географических районов рекомендует-

ся выделять для каждого из них входящие в них регионы с максимальной и минимальной плотностью населения. Это будет способствовать формированию представлений о том, что и в Европейской части страны есть регионы с низкой (ниже средней по стране) плотностью населения (Архангельская и Мурманская области, Республики Карелия, Коми и Калмыкия), а также о том, что и за Уралом есть достаточно густонаселённые регионы.

В целях профилактики таких ошибок, связанных с непониманием особенностей компонентов природных зон России, рекомендуется проводить сравнение природных зон по определённым параметрам (количеству гумуса в почве, плодородию почвы, степени увлажнения). При изучении коэффициента увлажнения в 8-м классе закрепление может быть проведено на примере природных зон мира (новая ситуация для данного умения). При изучении географии населения и сельского хозяйства целесообразно актуализировать знания об особенностях компонентов природных зон, рассматривая их влияние на специализацию сельского хозяйства.

Наиболее значимым недостатком подготовки выпускников по курсу «Экономическая и социальная география мира» является недостаточное знание и понимание географической специфики наиболее крупных стран мира, особенностей их природно-ресурсного потенциала, населения, хозяйства и культуры. Как уже отмечалось выше, причина этого недостатка кроется как в несформированности страноведческих знаний, которые должны были быть получены при изу-

чении вводного отраслевого раздела курса, так и в неспособности выпускников связать знания об отдельных странах, полученные при изучении общей части курса «Экономическая и социальная география мира», со знаниями, полученными при изучении региональной части этого курса.

Некоторые современные учебно-методические комплекты по географии перед каждой темой имеют специальную рубрику «Вспомните», включающую вопросы и задания, направленные на повторение и актуализацию ранее изученного материала, восстановление необходимых при изучении темы умений и навыков, но независимо от наличия такой рубрики и её содержания рекомендуется перед изучением любой страны давать задание повторить (найти информацию в отраслевом разделе или в статистическом приложении учебника) о формах правления и государственного устройства этой страны, о видах продукции, по производству которых эта страна относится к числу мировых лидеров, о членстве этой страны в международных интеграционных организациях.

При изучении страноведческого материала, особенно в старших классах, можно порекомендовать использовать получающую в последнее время распространение технологию «перевернутого учебного процесса». Такая технология вместо традиционных домашних заданий предполагает опережающее самостоятельное изучение обучающимися дома материала в УМК, составление характеристик стран по типовому плану с последующей отработкой этого материала в классе под руководством учителя в процессе проведения сравнения стран, проведения практических работ, базирующихся на изученном содержании.

Среди типичных ошибок, допускаемых выпускниками при выполнении заданий по теме «Мировое хозяйство», можно выделить ошибки в заданиях, в которых требовалось установить соответствие между странами и диаграммами, отражающими распределение их экономически активного населения по секторам экономики. Успешность выполнения этих заданий зависит от знания типологических особенностей стран с разными уровнями развития экономики и экономических особенностей наиболее крупных стран мира.

Типичные ошибки связаны с ошибочным представлением о том, что в некоторых экономически развитых странах с высоким уровнем развития сельского хозяйства доля сельского хозяйства в ВВП и в структуре занятости населения велика. Важно формировать правильное представление о том, что во всех экономически развитых странах основное место в структуре экономики принадлежит непродуцированной сфере (сфере услуг), а в наиболее отсталых, беднейших странах мира — сельскому хозяйству. С этой целью рекомендуется при изучении регионального раздела курса географии 10–11-х классов, рассмотрении отдельных стран акцентировать внимание на особенностях их отраслевой структуры хозяйства, предлагать обучающимся анализировать статистические данные, характеризующие структуру ВВП и структуру занятости населения, и делать соответствующие выводы.

Очень значимым недостатком подготовки выпускников является слабое владение языковыми средствами — несформированность умения ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства, правильную географическую терминологию. Это умение тесно связано с умением географического анализа текстовой информации, с навыками смыслового чтения текстов, формирование которых предусматривается метапредметными результатами освоения основных образовательных программ ФГОС.

Причина несформированности такого умения — преобладание практики организации учебного процесса по географии с опорой на чтение текстов географического содержания (кроме учебников с их специфическим языком, воспроизводить который дети пытаются в своих ответах). Необходимо поощрять формулирование своих мыслей (устно или письменно). Но хотя в современных КИМ ЕГЭ по географии это умение и не оценивается, уже в обозримом будущем соответствующие критерии оценивания должны быть добавлены к критериям оценивания ответов на задания с развёрнутыми ответами.

Уже сейчас важно начинать включать в учебный процесс задания на работу с текстами географического содержания. Эти задания должны постепенно усложняться:

от заданий на поиск и выявление информации, представленной в явном виде, формулирования прямых выводов на основе фактов, имеющих в тексте, к заданиям на анализ, интерпретацию и обобщение информации, формулирование логических выводов на основе содержания текста, а также к заданиям, нацеленным на формирование умений использовать информацию из текста для решения различного круга задач с привлечением ранее полученных географических знаний.

При отборе текстов для использования в образовательном процессе следует руководствоваться двумя главными критериями: во-первых, для того, чтобы содержание текста стимулировало школьников к размышлению, использованию их географи-

ческих знаний для решения познавательных и практико-ориентированных задач, оно должно иметь или личностную, или общественную значимость; во-вторых, содержание текста должно позволять сформулировать географические вопросы, возникающие в конкретной ситуации: «где?», «почему именно здесь?», «почему здесь именно так, а не иначе?» и др.

В КИМ ЕГЭ по географии 2017 года не запланировано никаких изменений, по сравнению с КИМ 2016 года. Будет изменена только система оценивания отдельных заданий: максимальный балл за выполнение заданий 3, 11, 14, 15 будет увеличен с 1 до 2 баллов, а максимальный балл за выполнение заданий 9, 12, 13, 19 будет уменьшен с 2 до 1 балла.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2016 года по информатике и ИКТ

**Лещинер Вячеслав
Роальдович**

кандидат педагогических наук, ФГБНУ «ФИПИ»,
руководитель федеральной комиссии по разработке
КИМ для ГИА по информатике и ИКТ

**Ройтберг Михаил
Абрамович**

доктор физико-математических наук, член федеральной
комиссии по разработке КИМ для ГИА по информатике и ИКТ,
kim@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по информатике и ИКТ, основные результаты ЕГЭ по информатике и ИКТ в 2016 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, статистические характеристики заданий экзаменационной работы.

Контрольные измерительные материалы единого государственного экзамена по информатике и ИКТ позволяют установить уровень освоения выпускниками ФК ГОС среднего (полного) общего образования (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089). В то же время результаты ЕГЭ признаются образовательными учреждениями высшего профессионального образования как результаты вступительных испытаний по информатике и ИКТ. Именно это двойное назначение экзамена определяет специфику КИМ ЕГЭ как инструмента педагогического измерения.

Содержанием экзаменационной работы охватываются основное содержание курса информатики, важнейшие его темы, наиболее значимый в них материал, однозначно трактуемый в большинстве преподаваемых в школе вариантов курса информатики. Работа содержит как задания базового уровня сложности, проверяющие знания и умения, предусмотренные стандартами базового уровня подготовки по предмету, так и задания повышенного и высокого уровней, проверяющие знания и умения, предусмотренные профильным стандартом. Количество заданий в тесте должно, с одной стороны, обеспечить всестороннюю проверку знаний и умений выпускников, приобретенных за весь период обучения по предмету, и, с другой стороны, обеспечить адекватное ранжирование абитуриентов вузов по уровню подготовки к получению образования по выбранной специальности высшего

профессионального образования. С этой целью в тесте используются задания двух типов: с кратким ответом и с развёрнутым ответом. Задания с кратким ответом в виде числа или строки символов, распознаваемым и проверяемым компьютером, исключают возможность угадывания ответа. Таких заданий в работе 23, они расположены в первой части.

Во второй части работы даётся 4 задания, требующие развёрнутого ответа. Эти, наиболее трудоёмкие и позволяющие экзаменуемым в полной мере проявить свою индивидуальность и приобретённые в процессе обучения умения, задания проверяются экспертами региональных экзаменационных комиссий на основании единых критериев проверки, являющихся частью контрольных измерительных материалов по предмету. Выполнение этих заданий требует значительного времени, и в связи с наличием человеческого фактора при их проверке имеется определённая вероятность ошибки оценивания.

Итак, каждый вариант экзаменационной работы состоит из двух частей и включает в себя 27 заданий, различающихся формой и уровнем сложности.

Часть 1 содержит 23 задания базового, повышенного и высокого уровней сложности. В этой части собраны задания с кратким ответом, подразумевающие самостоятельное формулирование и запись ответа в виде числа или последовательности символов. Задания проверяют материал всех тематических блоков. В первой части 12 заданий относятся к базовому уровню, 10 заданий имеют повышенный уровень сложности, 1 задание — высокий уровень сложности.

Часть 2 содержит 4 задания, первое из которых повышенного уровня сложности, остальные 3 задания высокого уровня сложности. Задания этой части предполагают запись развёрнутого ответа в произвольной форме. Они направлены на проверку сформированности важнейших умений записи и анализа алгоритмов, предусмотренных образовательными стандартами. Последнее задание работы на высоком уровне сложности проверяет умения по теме «Технология программирования».

Задания КИМ оцениваются разным количеством баллов в зависимости от их типа.

Выполнение каждого задания части 1 оценивается в 1 балл. Задание части 1 считается выполненным, если экзаменуемый дал ответ, соответствующий коду верного ответа. За выполнение каждого задания присваивается (в дихотомической системе оценивания) либо 0 баллов («задание не выполнено»), либо 1 балл («задание выполнено»). Ответы на задания части 1 автоматически обрабатываются после сканирования бланков ответов № 1. Максимальное количество первичных баллов, которое можно получить за выполнение заданий части 1, — 23.

Выполнение заданий части 2 оценивается от 0 до 4 баллов. Ответы на задания второй части проверяются и оцениваются экспертами (устанавливается соответствие ответов определённому перечню критериев). Максимальное количество баллов, которое можно получить за выполнение заданий части 2, — 12.

Максимальное количество первичных баллов, которое можно получить за выполнение всех заданий экзаменационной работы, — 35.

Минимальное количество баллов ЕГЭ по информатике и ИКТ, подтверждающее освоение выпускником основных общеобразовательных программ среднего (полного) общего образования в соответствии с требованиями ФК ГОС, составляет 40 баллов по стобальной шкале (установлено Распоряжением Рособнадзора № 3499–10 от 29.08.2012 г.).

В 2015 году КИМ ЕГЭ претерпел значительные изменения по сравнению с КИМ 2014 года. Тогда изменилось деление работы на части, сократилось общее количество заданий и соответственно уменьшилось максимальное количество первичных баллов. Изменился алгоритм перевода первичных баллов в тестовые и уменьшилось до 6 минимальное количество первичных баллов ЕГЭ по информатике и ИКТ, подтверждающее освоение выпускником основных общеобразовательных программ среднего (полного) общего образования.

В 2016 году КИМ ЕГЭ сохранил значительную преемственность с КИМ 2015 года. Основные характеристики работы: количество заданий, сложность заданий, количество первичных баллов и алгоритм перевода первичных баллов в тестовые — остались не-

Таблица 1

Год	Средний тестовый балл	Диапазон тестовых баллов				
		0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
2016	56,63	6,89	9	38,11	36,16	9,84
2015	53,99	8,75	11,85	38,57	32,63	8,21
2014	57,79	4,16	8,9	41,93	37,86	7,15

изменными. Отличия коснулись только содержания трёх заданий первой части, в связи с полным отказом от заданий с выбором ответа. Также в связи с этим изменился порядок следования первых 5 заданий 1 части, остальные задания остались на своих местах.

Таким образом, сохранился реализованный в 2015 г. подход укрупнения тематики заданий, сведения близких по тематике и сложности заданий в одну позицию. Такими укрупнёнными были в 2016 г. позиции 4 (хранение информации в компьютере), 6 (формальное исполнение алгоритмов), 7 (технология вычислений и визуализации данных с помощью электронных таблиц) и 9 (скорость передачи звуковых и графических файлов). В КИМ ЕГЭ, использовавшихся на экзамене, в части вариантов были задания по одной из указанных в спецификации тем, в другой части — по смежной теме. Это сильно повысило вариативность вариантов, добавив элемент неопределённости. В спецификации КИМ ЕГЭ 2017 г. укрупнённые позиции сохранены, этот факт необходимо учитывать при подготовке учащихся к экзамену.

Последнее задание 27, проверяющее умение создавать самостоятельные программы, даётся в двух вариантах, более простом, оцениваемом в 2 балла, и более сложном, требующем создания эффективного по памяти и скорости выполнения алгоритма, с оценкой максимально 4 первичных балла.

Спецификация и демонстрационный вариант КИМ ЕГЭ 2017 г. полностью соответствуют КИМ ЕГЭ 2016 г., поэтому результаты ЕГЭ 2016 г. следует обязательно учитывать при подготовке к экзамену будущего года.

Общее количество участников экзамена в 2016 г. — 49 380 чел., число снижается год от года (в 2015 г. — 50 394 чел., в 2014 г. — 53 281 чел., в 2013 г. — 54 897 чел.), но доля

от общего числа участников ЕГЭ более или менее неизменна: чуть выше 7%.

Данные о распределении участников по группам тестовых баллов приведены в табл. 1. Числа, соответствующие диапазонам тестовых баллов, составляют доли в процентах.

Важно отметить, что доля участников, получающих высокие тестовые баллы (81–100) увеличивается год от года (9,84% в 2016 г. против 8,21% в 2015 г. и 7,15% в 2014 г.).

Минимальный балл ЕГЭ 2016 г. составлял 6 первичных баллов, что приравнивалось к 40 тестовым баллам. Доля выпускников, не набравших минимального количества баллов в 2016 г. составила 12,4%, в то время как в 2015 г. она составляла 16,15%. Это, безусловно, позитивный факт, связанный, в первую очередь, с упомянутым выше сокращением доли участников экзамена в регионах со стабильно низкими результатами ЕГЭ по информатике и ИКТ, а также с возросшим в целом уровнем подготовки к экзамену.

Спецификация КИМ ЕГЭ устанавливает три уровня сложности заданий: базовый, повышенный и высокий, при этом для заданий базового уровня примерный интервал выполнения задания предполагается 60–90%; для повышенного уровня результат выполнения должен быть в интервале 40–60%; с заданиями высокого уровня сложности должны справляться менее 40% участников экзамена. Поэтому содержательный анализ результатов ЕГЭ следует начать с определения того, насколько результат выполнения отдельных заданий совпал с их прогнозируемой сложностью.

В работе было 27 заданий, из которых 12 заданий базового уровня сложности, 11 заданий повышенного уровня и 4 задания высо-

кого уровня сложности. В заданиях базового уровня от экзаменуемого требовалось непосредственно применить конкретные знания, умения и навыки по одной из тем курса. В заданиях повышенного уровня и, в большей степени, высокого уровня необходимо применять знания материала из различных областей и ориентироваться в более или менее новой для выпускника постановке задачи.

Результат выполнения 14 из 23 заданий базового и повышенного уровня (61% заданий) укладывается в границы, установленные для заданий соответствующего уровня сложности (от 60 до 90% выполнения для базового уровня, от 40 до 60% для повышенного уровня). В отличие от 2015 г., в работе не оказалось заданий, которые были бы слишком лёгкими для своего уровня. В 2015 г. таких было 4 задания (2 задания базового уровня и 2 задания повышенного уровня). В работе 2014 г. слишком легких заданий (особенно базового уровня) было ещё больше, так что достигнутый в 2016 г. результат можно считать очень хорошим с точки зрения соответствия номинальной и реальной сложности заданий.

Из 12 заданий базового уровня 7 не вызывают затруднений у большинства сдающих экзамен. Это задания 1–4, 6–8. Они проверяют знания и умения по темам «Двоичная и кратные системы счисления», «Таблицы истинности логических выражений», «Моделирование», «Базы данных и файловые системы», «Формальное исполнение алгоритма», «Электронные таблицы», «Переменные, оператор присваивания, вычислительные алгоритмы». Можно считать, что этот материал, относящийся к базовому содержанию школьного курса информатики, хорошо усвоен выпускниками.

Пять заданий базового уровня сложности вызвали определённые затруднения. Два задания — 10 (53% выполнения) и 9 (46% выполнения) связаны с тематикой равномерного кодирования текстов (10 задание) и звука или растровых изображений (9 задание). И в предыдущие годы задания по этой тематике вызвали затруднения. По сравнению с 2015 годом в выполнении этих заданий наметился некоторый прогресс (в прошлом году процент выполнения задания 10 был 36%, задания 9 — 39%), но пока пока-

затели не дотягивают до соответствующих уровню сложности заданий.

Задание 5 по теме «Неравномерное кодирование текста» в 2016 году было в новом формате, связанном с полным отказом от заданий с выбором ответа. В 2015 году данное задание предполагало выбор одного ответа из четырёх возможных, стояло под номером 1 в варианте и имело процент выполнения 44%. В текущем году задание было в формате, предполагавшем числовой ответ, показатель его выполнения снизился до 41%. Понятие неравномерного кодирования плохо усвоено многими выпускниками, на эту тему, видимо, учителя обращают недостаточно внимания. Стоит отметить, что ошибки при решении этого задания допустили даже некоторые выпускники, набравшие высокий тестовый балл. Задание разобрано далее в разделе 6, учителям следует обратить внимание на эту тему, относящуюся к базовому содержанию информатики.

В методических рекомендациях 2015 г. отмечался крайне низкий результат выполнения задания 11 (25,7% в 2015 г.) по теме «Рекурсивные алгоритмы». В 2016 г. показатель выполнения этого задания возрос до 36%, но этого по-прежнему недостаточно. В разделе 6 методических материалов этого года мы приводим разбор задания ещё раз, так как формирование представления о рекурсивных вызовах процедур и функций относится к числу важных предметных результатов обучения информатике в средней школе, а само по себе понятие рекурсии является фундаментальным.

Ещё одно задание базового уровня, стоявшее в варианте на 12 позиции, проверяет знание выпускниками устройства сети Интернет и адресации в сети. В 2016 году по нему также отмечено снижение показателя выполнения по сравнению с прошлым годом (с 40 до 30%), что, возможно, связано с новизной формулировки задания, использовавшейся в 2016 г. Следует отметить, что содержание не изменилось, изменилась только формулировка. Видимо, данное содержание многими выпускниками было усвоено формально, без глубокого понимания. В разделе 6 даётся разбор задания в формулировке 2016 года. При подготовке выпускников к экзамену учителям следует обратить внимание учащихся, что формули-

ровки задания могут быть различны, но речь идёт об одном и том же явлении, алгоритм построения IP-адреса компьютера по адресу узла в сети и маске сети остаётся неизменным. Это содержание также является базовым, поскольку раскрывает фундаментальные принципы организации всемирной паутины Интернет, которой пользуются все современные люди, независимо от профессии и образования.

Таким образом, подводя итоги выполнения экзаменационной работы в части базового содержания курса, следует отметить, что примерно 40% этого содержания усвоено участниками экзамена недостаточно хорошо. Учителям при подготовке к экзамену прежде всего следует обратить внимание на отработку содержания, проверяемого первыми 12 заданиями КИМ. Нет смысла работать на повышенном уровне, если базовое содержание не усвоено. Также можно ещё раз отметить, что значительная часть экзаменуемых при подготовке ориентируется на тренировку решения конкретного типа заданий, приведённого в демоверсии КИМ ЕГЭ, а не на полноценное усвоение изучаемого материала. Это год от года приводит к снижению результатов выполнения отдельных заданий в том случае, если они даются в новых, непривычных формулировках.

Из 11 заданий повышенного уровня сложности 6 были выполнены с соответствующим уровнем результатом (процент выполнения в диапазоне от 40 до 60%). 4 задания, хотя и были выполнены с недостаточным результатом, но показатель их выполнения повысился по сравнению с 2015 годом. Среди них задание 16 по теме «Системы счисления» и задание 18 по теме «Преобразование логических выражений». Только одно задание 13 показало незначительное снижение показателя выполнения с 42,8% в 2015 г. до 39,4% в 2016 г. Это может быть связано со слегка изменённой формулировкой по сравнению с прошлым годом.

В работе присутствуют 4 задания высокого уровня сложности, одно из которых (23) предполагает краткий ответ в виде числа и оценивается в дихотомической системе, а три других — задания 25–27 с развёрнутым ответом, предполагающие оценивание из нескольких баллов. Среди всех заданий высокого уровня сложности наименьший процент

выполнения (7,3%) имеет задание 23. Этот результат соответствует ожиданиям разработчиков, так как задание 23 рассматривается ими как технически наиболее сложное задание варианта, рассчитанное на наиболее подготовленных выпускников, претендующих на оценку в 100 баллов. Другое, традиционно сложное для выполнения задание 27, проверяющее умение написать самостоятельную программу на языке программирования, в 2016 году, как и в 2015-м, давалось в двух вариантах. Задание А с максимальной оценкой 2 балла представляет собой достаточно формальное техническое упражнение по программированию, и, в принципе, может быть выполнено любым выпускником профильного класса, изучавшим программирование. Задание Б является обобщением задания А на ситуацию с большим количеством исходных данных и требует написания эффективной по времени и памяти программы. С нашей точки зрения число учащихся, получивших за задание 27 оценку 2 балла (3,7%) явно недостаточно и свидетельствует о том, что в массе своей выпускники средней школы не в состоянии написать компьютерную программу, реализующую описанный на естественном языке в условии задания алгоритм вычисления. Ещё 5,7% участников экзамена получили за это задание либо 3, либо 4 балла, то есть справились в той или иной степени с заданием Б. Почти 7% участников получили за задание 27 один балл, показав понимание подходов к написанию программы, но не сумев её завершить. Таким образом, какие-то баллы за задание 27 получили 16,2% экзаменуемых.

С политомическими заданиями 25 и 26 в полном объёме (на высший для задания балл) справились соответственно 33% и 32% участников экзамена. Это хороший результат для задания высокого уровня сложности.

Таким образом, результат выполнения экзаменационной работы в целом в 2016 г. несколько повысился по сравнению с 2015 г., но при этом сохранилось большинство особенностей, недостатков и проблем в подготовке выпускников, отмечавшихся в предыдущие годы.

Так, задание 18 повышенного уровня выполнено в среднем с показателем 20,2%, что почти в 2 раза выше прошлогодних 11,3%, но всё равно недостаточно (при разбросе

по вариантам от 5 до 19%). Задание, проверяющее это содержание (преобразование импликации в логических выражениях), существует в ЕГЭ с 2005 г., но начиная с 2012 г. оно планомерно усложняется. До 2014 г. задание было в группе заданий с выбором ответа, его перенос в прошлом году в категорию заданий с кратким ответом в сочетании с вводом дополнительного содержания в ряде вариантов (функция поразрядной конъюнкции двоичных чисел) привёл к существенному снижению результатов. Задание было проанализировано в методических рекомендациях 2015 г. и в 2016 г. дано в более простой формулировке. Тем не менее, задание остаётся одним из самых сложных в варианте. В рекомендациях 2016 г. мы повторяем разбор задания в формулировке 2015 г. и дополнительно приводим разбор одного из заданий текущего года.

В задании 14 в 2015 г. был описан новый исполнитель Редактор, что, возможно, явилось причиной недостаточно высоких результатов в выполнении этого задания в 2015 году. В 2016 году задание использовало тот же, уже знакомый исполнитель, поэтому 53% его выполнения в текущем году следует признать хорошим показателем для задания повышенного уровня. При подготовке обучающихся к экзамену 2017 года следует учитывать, что, согласно спецификации, это задание предполагает применение знаний в новой для выпускника ситуации (практически это означает, что в задании может быть описан неизвестный экзаменуемым исполнитель, поэтому проверяется умение разобраться в системе команд исполнителя и исполнить алгоритм для него). Задание 16 было похоже на задания 2014 и 2015 гг., было проанализировано в методических рекомендациях. В этом году результаты были выше, чем в предыдущие годы (33,4%), но пока они не дотягивают до необходимого уровня.

Последнее в варианте задание высокоуровня сложности 27, проверяющее умение написать самостоятельную программу на языке программирования, в 2016 г., как и в 2015 г., давалось в двух вариантах. Задание А с максимальной оценкой 2 балла представляет собой достаточно формальное техническое упражнение по программированию, и, в принципе, может быть вы-

полнено любым выпускником профильного класса, изучавшим программирование. Задание Б является обобщением задания А на ситуацию с большим количеством исходных данных и требует написания эффективной по времени и памяти программы. С нашей точки зрения, число учеников, получивших за задание 27 оценку 2 балла (3,7%), явно недостаточно, и свидетельствует о том, что в массе своей выпускники средней школы не в состоянии написать компьютерную программу, реализуя описанный на естественном языке в условии задания алгоритм вычисления. Ещё 5,7% участников экзамена получили за это задание либо 3, либо 4 балла, то есть справились в той или иной степени с заданием Б. Почти 7% участников за задание 27 получили 1 балл, показав понимание подходов к написанию программы, но не сумев её завершить. Таким образом, какие-то баллы за задание 27 получили 16,2% экзаменуемых, что недостаточно.

Итоги ЕГЭ 2016 г. ещё раз показали, что основной причиной провалов по отдельным заданиям является перекося подготовки в сторону механистического решения известных моделей заданий в ущерб изучению фундаментального содержания. В случае отдельных тем, возможно, затруднения экзаменуемых связаны с недостаточным вниманием, уделённым этим темам в процессе преподавания. В частности, вызывает тревогу низкий показатель выполнения задания 27 на самостоятельное программирование.

Вся выборка участников ЕГЭ статистически по результатам экзамена была разделена на 4 группы: не набравших минимального балла, набравших 40–60 тестовых баллов, набравших 61–80 тестовых баллов и набравших высокое (от 81 до 100) число тестовых баллов. Рис. 1 иллюстрирует доли указанных групп в общей совокупности выпускников.

Группу 1 в основном составляют участники, не имеющие даже минимальной подготовки по предмету. В группе 2, наиболее многочисленной, находятся учащиеся, работающие на базовом уровне. Группа 3 — выпускники, достигшие повышенного уровня подготовки. И, наконец, немногочисленную группу 4 составляют экзаменуемые, показавшие высокие результаты. По сравнению с 2015 г. доли групп 2 и 4 возросли, а групп 1 и 3 снизились.

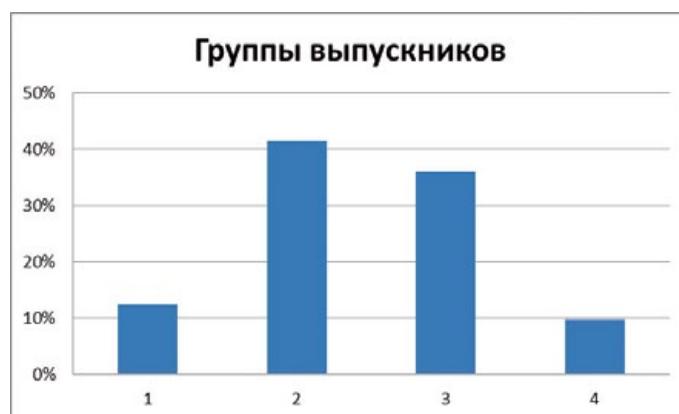


Рис. 1. Распределение участников по уровням подготовки

Группу 1 в основном составляют участники, пришедшие на экзамен случайно, не готовившиеся к экзамену целенаправленно и плохо представляющие себе содержание экзаменационных заданий. Сравнительно лучше других эти участники выполняют задания 4 и 6, которые можно выполнить, опираясь на здравый смысл и следуя инструкции, содержащейся в формулировке задания. Задания простые, но требующие знания терминов и понятий информатики, такие как задания 1 и 7, выполняются этими участниками экзамена неудовлетворительно. С заданием 8, требующим умения прочесть и формально исполнить базовые операторы языка программирования, справились только 30% учащихся из этой группы. Из заданий с развёрнутым ответом только задание 26 выполняется 7% участников группы с минимальным результатом в 1 балл (из 3 возможных).

Выявить обучающихся с подобным уровнем подготовки в условиях школьного класса достаточно просто, это делается обычной контрольной работой. Школьники этой группы вряд ли смогут записать натуральное число в двоичной системе (и наоборот, прочесть двоичную запись числа), затруднятся исполнить алгоритм, записанный на алгоритмическом языке или языке программирования, содержащий оператор присваивания и конструкцию ветвления. Также они не смогут различить относительные и абсолютные ссылки в электронных таблицах. Любое задание на воспроизведение школьных знаний будет выполнено учащимися этой группы, скорее всего, неудовлетворительно.

Для перехода из группы 1 в группу 2 этим учащимся требуется элементарная подготовка к экзамену, хотя бы знакомство с демо-версией КИМ ЕГЭ. Даже небольшой опыт решения заданий базового уровня, основанного на изучении соответствующего материала и освоении проверяемых умений, приведёт к удовлетворительному результату и позволит преодолеть минимальную границу баллов ЕГЭ.

Группа 2 оказалась в этом году самой многочисленной. Её участники работают на базовом уровне, но, к сожалению, выполняют не все задания базового уровня сложности с требуемым результатом. 7 заданий (1–4, 6–8) выполняются ими уверенно, остальные вызывают затруднения. Среди заданий повышенного уровня чуть лучше, но всё равно недостаточно (процент выполнения около 40%) выполняются задания 14, 15 и 17, которые можно решить как специфическими методами информатики, так и опираясь на здравый смысл и общеучебные умения. Задание 26 на то или иное количество баллов (от 1 до 3) выполняют более половины, хотя максимальный балл за него получили только 11%. Чётко видны пробелы в подготовке — неравномерное кодирование (задание 5 — показатель выполнения 28%), рекурсия (задание 11 — 15%), измерение количества информации (задания 9 и 10 — показатели 27% и 36% соответственно). Задание 12 выполнили 14% участников этой группы.

Из четырёх заданий с развёрнутым ответом каких-то значимых результатов участники этой группы достигают при выполнении

только двух заданий: 24 и 26, но и здесь результат намного ниже требуемого.

Выделение этой группы учащихся в составе класса осуществляется посредством диагностических работ в формате ЕГЭ. Выше указаны аспекты содержания, по которым у учащихся данной группы имеются пробелы: «Неравномерное кодирование», «Кодирование растровых изображений», «Адресация в сети Интернет», «Обработка массивов», «Функции в алгоритмах». Учащиеся этой группы скорее всего затруднятся выполнить задание 20, так как не «узнают» реализованный там алгоритм. Они не очень уверенно будут оперировать с натуральными числами, записанными в позиционных системах счисления, отличных от десятичной, могут допускать ошибки при решении комбинаторных задач. В целом усвоение и воспроизведение знаний и умений этой группой учащихся осуществляется формально, без опоры на понимание фундаментальных основ предмета.

Важнейшей задачей учителя на этапе формирующего обучения является профилактика появления этой группы обучающихся. В отличие от участников экзамена из первой группы, которые просто не имеют интереса к предмету и в силу этого «пропускают материал мимо ушей», обучающиеся второй группы вполне мотивированы на изучение информатики. Учитель должен своевременно выявлять возможные пробелы в подготовке, не допуская их формирования. Важно добиться глубокого понимания со стороны учащихся каждой темы, каждого раздела учебного предмета, дать школьникам достаточную практику применения полученных знаний и освоенных умений при решении заданий разных типов и моделей. Полезно на этом этапе использовать тематические сборники заданий в формате ЕГЭ, не отказываясь от решения заданий в формате экзаменов прежних лет, при том что заданий подобных моделей в экзамене 2017 года точно не будет. Так, в открытом банке заданий ЕГЭ содержится огромный корпус заданий с выбором ответа, решение которых будет безусловно эффективно при изучении отдельных тем курса.

Если принадлежность учащегося ко второй группе выявилась в результате диагностической работы на этапе итогового повто-

рения в 11-м классе, оптимальным будет совместное составление учителем и учеником индивидуального плана ликвидации пробелов в подготовке. При этом задача учителя — добиться полного овладения учащимся содержания каждого узкого аспекта подготовки, научить учащихся решать не только конкретное задание, аналогичное имеющемуся в демоверсии, но весь корпус возможных заданий, проверяющих данное содержание. Важнее, чтобы выпускник пришёл на экзамен, твёрдо зная, к решению каких заданий по спецификации он подготовлен полностью и какой первичный балл он должен получить в любом случае, независимо от того, насколько знакомыми ему будут те или иные формулировки заданий.

Конечно, педагогическое мастерство учителя в решении данной задачи играет не меньшую роль, чем уровень мотивации ученика. Именно учитель должен хорошо представлять себе, какие аспекты подготовки проверяет то или иное задание КИМ ЕГЭ, видеть весь корпус возможных типов и моделей заданий, отделять важное содержание от факультативного, показать учащемуся подходы, которые используют авторы КИМ ЕГЭ при конструировании заданий.

Численность данной группы в 2016 г. по сравнению с 2015 г. возросла, группа стала наиболее многочисленной. Произошло это не только за счёт сокращения группы 1, но, к сожалению, за счёт перехода части выпускников из группы 3 в группу 2. Желательно, чтобы на экзамене 2017 г. значительная часть выпускников из этой группы перешла в группу 3, что произойдёт, если они будут выполнять почти все задания базового уровня сложности. Вместе с тем следует признать, что полного исчезновения группы 2 не произойдёт никогда, тем более, что это и не требуется. Среди сдающих ЕГЭ по информатике и ИКТ есть прослойка учеников, изучающих информатику на базовом уровне и планирующих поступление в высшие учебные заведения с невысоким проходным баллом. Уровень подготовки, соответствующий второй группе, показывает, что экзаменуемые могут продолжить обучение в области, связанной с информатикой, при условии, что это обучение начнётся с повторения основ. Поэтому они заслуженно получают по итогам ЕГЭ положительную оценку.

Группа 3 в 2016 г. уменьшилась по сравнению с 2015 г. и утратила статус наиболее многочисленной. Это участники, готовившиеся к экзамену, изучавшие информатику на профильном или углублённом уровне, имеющие опыт решения задач в формате ЕГЭ. От группы 2 их отличает уверенное выполнение заданий 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21 и 22 первой части и заданий 24, 25 и 26 с развёрнутым ответом. Вызывают затруднения уже упоминавшиеся задания базового уровня 5 и 11, а также задание повышенного уровня 16 (запись чисел в позиционных системах счисления) — с каждым из них справилось от 52 до 56% членов группы. Результат выполнения задания 12 в этой группе составляет 44%. Задания 18, 23 и 27 выполняются неудовлетворительно (процент выполнения ниже 30).

Отличие этих учеников от учеников наиболее сильной, четвёртой, группы — в уровне способности справляться с новыми формулировками, именно решать задачи, а не выбирать решение среди заранее известных. Диагностика этих умений — важная задача ЕГЭ, который, среди прочего, должен быть инструментом по отбору абитуриентов в ведущие вузы страны.

В то же время способность к творческому мышлению, свободному владению материалом тоже может быть предметом обучения. Эффективный способ повышения индивидуальных результатов для учащихся этой группы — тренировка по решению заданий с нестандартными формулировками, заданий, требующих применения знаний в новой ситуации. Кроме того, следует ликвидировать лакуны в подготовке по отдельным темам (рекурсия, поразрядная конъюнкция двоичных чисел, преобразование логических выражений).

Основной резерв повышения результатов экзамена у этой группы выпускников находится на этапе итогового предэкзаменационного повторения в 11-м классе, так как именно хорошая учебная работа на этапе формирующего обучения обеспечила их попадание в данную успешную группу. Учителю следует по результатам диагностики в формате ЕГЭ определить для каждого учащегося из группы имеющиеся пробелы в подготовке, а затем составить индивидуальные комплекты тренировочных зада-

ний для их ликвидации. Комплекты должны обеспечить формирование опыта применения знаний и умений в новой, нестандартной ситуации.

Учащимся из третьей группы надо чётко оценивать свои силы и не ставить невыполнимых задач. Например, многие участники группы 4 испытывают затруднения при выполнении задания 27. Приобретение опыта самостоятельного программирования требует значительного времени, ставить эту задачу, не перейдя из третьей группы в четвёртую, преждевременно. Также нет смысла учиться выполнять задание 23, если выпускник испытывает затруднения при выполнении задания 18.

Наконец, **группа 4** — это наиболее подготовленные участники экзамена, самая малочисленная группа (менее 10% участников). Эта группа увеличилась по сравнению с экзаменом 2015 г. вдвое, что, безусловно, следует расценивать как позитивное изменение. Выпускниками из этой группы освоены проверяемое содержание и основные группы умений. Определённые затруднения у них вызывают лишь задания 23 и 27 — наиболее сложные в экзамене. Надо отметить, что задание 18, вызвавшее затруднение в 2015 г., в текущем году было выполнено участниками из этой группы с хорошим показателем в 77%. Основным резервом повышения индивидуальных результатов является тренировка по созданию оригинальных программ для решения практических задач — умение, проверяемое последним и наиболее трудоёмким 27-м заданием, правильное выполнение которого приносит выпускнику 4 первичных балла.

Подобная тренировка должна осуществляться опытным учителем, так как самостоятельно проверить качество выполнения программы и её эффективность учащийся обычно не в состоянии. Также важной является последовательность предъявления заданий на программирование, которая должна обеспечить формирование устойчивого умения писать правильные и эффективные программы для решения разнообразных задач тех типов, которые проверяются на ЕГЭ. Неоценимую помощь учителю в подборе таких заданий может оказать открытый банк заданий ЕГЭ прошлых лет.

Анализ результатов ЕГЭ по информатике из года в год показывает, что появление новой формулировки задания вызывает довольно резкое снижение результатов по сравнению с предыдущим годом. Однако уже в следующем году результаты идут вверх, и через пару лет, когда к формулировке все привыкают, оказываются на первоначальном уровне. С учётом того, что объективная сложность заданий не изменяется и основные характеристики участников ЕГЭ по информатике и ИКТ также остаются неизменными, логично предположить, что основной причиной ухудшения результатов по отдельным заданиям являются недостатки в подготовке выпускников. Наша гипотеза состоит в том, что многие учителя при подготовке школьников к ЕГЭ сосредотачиваются на тренировке учащихся в решении заданий, аналогичных заданиям, опубликованным в демонстрационном варианте КИМ, в ущерб фундаментальному изучению предмета. Шок от необычной формулировки задания, получаемый экзаменуемыми, приводит к потере баллов и недостаточно высоким результатам.

Кроме того, анализ выполнения отдельных заданий КИМ ЕГЭ по информатике и ИКТ показывает, что ряд тем, относящихся к базовому содержанию курса, оказывается усвоен на ненадлежащем уровне. На эти темы и их содержание учителям следует обратить особое внимание. Разберём 5 заданий базового уровня сложности, выполненных основной массой участников экзамена с недостаточно высоким результатом.

Задание 10 продолжает линию заданий ЕГЭ, проверяющих знание учащимися комбинаторной формулы зависимости количества возможных кодовых слов от мощности алфавита и длины слова. Это фундаментальное базовое содержание, составляющее теоретическую основу курса и, безусловно, присутствующее во всех учебных программах и учебниках. Напомним здесь основные положения алфавитного подхода к измерению количества информации.

1) Пусть A — упорядоченное множество из N элементов, тогда для кодирования каждого элемента двоичным кодом, например, путём нумерации в двоичной системе счисления, требуется $\log_2 N$ двоичных разрядов

(бит). Объём информации I , содержащейся в сообщении о том, что выбран какой-либо элемент этого множества, равен, соответственно, $\log_2 N$ бит. Если N не является целой степенью 2, то число $\log_2 N$ не является целым, и $I = [\log_2 N + 1]$, то есть происходит округление в большую сторону. При решении задач, если $\log_2 N$ не является целым числом, I можно найти как $\log_2 N'$, где N' ближайшая к N степень двойки, такая что $N' > N$.

2) (Следует из предыдущего.) Если некоторый алфавит содержит M символов, то информационный объём одного символа этого алфавита в сообщении равен $\log_2 M$. Для того чтобы найти информационный объём сообщения, состоящего из символов этого алфавита, следует $\log_2 M$ умножить на количество символов в сообщении.

3) С помощью n двоичных разрядов (бит) можно закодировать двоичным кодом все элементы множества мощностью 2^n (то есть состоящего из 2^n элементов). Информационный объём одного символа, обозначающего элемент данного множества, будет равен n .

Пример задания 10

Игорь составляет таблицу кодовых слов для передачи сообщений, каждому сообщению соответствует своё кодовое слово. В качестве кодовых слов Игорь использует 5-буквенные слова, в которых есть только буквы П, И, Р, причём буква П появляется ровно 1 раз. Каждая из других допустимых букв может встречаться в кодовом слове любое количество раз или не встречаться совсем. Сколько различных кодовых слов может использовать Игорь?

Решение: Буква П появляется в слове 1 раз, поэтому надо определить, сколько всего существует слов, составленных из двух символов, длиной 4 буквы, и полученное число умножить на 5 (так как букву П можно добавить к каждому из этих слов в 5 различных местах). Из двух символов можно составить $2^4 = 16$ различных четырёхбуквенных слов, поэтому всего Игорь может использовать 80 различных кодовых слов.

Ответ: 8.

При объяснении этого класса задач обязательно разъяснять учащимся комбинаторную природу формулы a^k , где a — количество символов в алфавите (возможных сигналов

прибора), а k — количество символов в слове (сигналов в сообщении). Многие учителя, судя по всему, ограничиваются только лишь сообщением самой формулы, в результате чего распространённой ошибкой является указание в ответе значения k^a вместо a^k . Также учителю информатики полезно будет напомнить учащимся, что операция возведения числа a в степень k представляет собой k последовательных умножений a . Задание 10 в своём нынешнем виде подчёркивает комбинаторную природу этой формулы, поскольку на использование определённых букв вводятся ограничения.

С равномерным кодированием связано также задание 9. Оно проверяет тот же материал, только применительно к кодированию растровых изображений или графических файлов. В случае графики количество вариантов сигнала в сообщении равно количеству цветов в палитре, а длина сообщения представляет собой количество точек (пикселей) в изображении. Задание может заключаться либо в определении информационного объёма сигнала (объёма памяти, необходимого для хранения изображения без сжатия), либо в определении количества цветов в палитре.

Пример задания 9

Для хранения произвольного растрового изображения размером 1024×1024 пикселей отведено 512 Кбайт памяти, при этом для каждого пикселя хранится двоичное число — код цвета этого пикселя. Для каждого пикселя для хранения кода выделено одинаковое количество бит. Сжатие данных не производится. Какое максимальное количество цветов можно использовать в изображении?

Решение: Необходимо выяснить, сколько бит отводится на хранение одного пикселя изображения. Для этого естественно объём памяти разделить на размер изображения. Правильнее делать это с использованием свойств степенной функции. Для этого, помня, что $512 = 2^9$, а $1024 = 2^{10}$, а также, что в Кбайт 1024 байт, а в байт 8 (2^3) бит, запишем выражение в виде частного степеней

$$N = 2^9 \cdot 2^{10} \cdot 2^3 / 2^{10} \cdot 2^{10} = 2^{22} / 2^{20} = 2^2 = 4.$$

На хранение одного пикселя отводится 4 бита. Количество различных кодов, которые можно записать в 4 бита, равно 2^4 , то есть 16.

Итак, в изображении используется палитра из 16 цветов.

Ответ: 16.

Кстати, также можно рассказать учащимся про видеоадаптеры EGA с 16-цветной палитрой, чтобы у них не было ощущения, что данная задача — простое упражнение в арифметике. Стоит отметить, что разрешение экрана у этого видеоадаптера было 640×350 пикселей, то есть данное изображение можно было бы вывести на экран только частично.

Задание 5, проверяющее знание принципов неравномерного кодирования и умение строить неравномерный код, обеспечивающий минимальную длину сообщения и безошибочность декодирования, до 2016 г. имело формат задания с выбором ответа. В 2015 г. оно стояло на 1 позиции, и было выполнено с показателем 43,5%, что для первого задания в варианте, конечно, недостаточно. В 2016 г. показатель выполнения этого задания снизился до 41% (при том, что результат выполнения экзамена в целом повысился). Видимо, участники экзамена оказались не готовы к новому содержанию заданий на эту тему.

Неравномерным называется способ кодирования, при котором разные символы алфавита кодируются битовой последовательностью различной длины. Этот код может оказаться более экономным в случае, если определённые символы алфавита встречаются в тексте часто, а некоторые — достаточно редко. Тогда часто встречающиеся символы следует кодировать короткими кодовыми последовательностями, а редко встречающиеся — длинными. На практике чаще используется равномерное кодирование, но для некоторых видов алгоритмов знание принципов неравномерного кодирования может оказаться полезным.

При решении задач на неравномерное кодирование необходимо знать, когда код является однозначно декодируемым. Для этого введём понятие префиксного кода.

Префиксным называется код, не имеющий ни одного кодового слова, которое было бы префиксом (началом) любого другого кодового слова данного кода. Если код является префиксным, то любая последова-

тельность кодовых слов всегда только единственным образом разделяема на отдельные из них. Требование префиксного кода является условием Фано, которое было явно сформулировано в задании 5 ряда вариантов 2016 года.

Сначала разберём задание 5 из демоверсии 2016 года, а потом задание одного из вариантов.

Задание 5.1

По каналу связи передаются сообщения, содержащие только четыре буквы: П, О, С, Т; для передачи используется двоичный код, допускающий однозначное декодирование. Для букв Т, О, П используются такие кодовые слова: Т: 111, О: 0, П: 100. Укажите кратчайшее кодовое слово для буквы С, при котором код будет допускать однозначное декодирование. Если таких кодов несколько, укажите код с наименьшим числовым значением.

Решение: Код для буквы С должен быть трёхзначным и начинаться на 1, так как при коде 01 строки СОО и ОП будут кодироваться одинаковой последовательностью 0100, при коде 10 будут совпадать СО и П, при коде 11 совпадут последовательности ТП и ССОО. Трёхзначный код 101 обеспечит однозначное декодирование.

Ответ: 16.

Это простое переборное решение, в котором в неявном виде реализован общий подход к решению подобных задач с помощью построения дерева возможных кодов. Разберём этот общий метод на примере одного из заданий 2016 года.

Задание 5.2

Для кодирования некоторой последовательности, состоящей из букв А, Б, В, Г, Д, Е, решили использовать неравномерный двоичный код, удовлетворяющий условию Фано. Для буквы А использовали кодовое слово 0; для буквы Б — кодовое слово 10. Какова наименьшая возможная сумма длин всех шести кодовых слов?

Примечание. Условие Фано означает, что никакое кодовое слово не является началом другого кодового слова. Это обеспечивает возможность однозначной расшифровки закодированных сообщений.

Решение: Требуется построить код, отвечающий условию Фано. Проще всего это делать, рисуя двоичное дерево возможных кодов. Ясно, что код любой из оставшихся 4 букв будет начинаться на 11, так как любой код, начинающийся на 0 или на 10, не будет удовлетворять условию Фано. Для кодирования 4 символов можно использовать равномерный код длины 4: 1100, 1101, 1110, 1111. Можно для одного из символов использовать трёхбитный код, например 110. Тогда длины трёх оставшихся кодов будут, соответственно, 4, 5 и 5 (1110, 11110 и 11111). В первом случае сумма длин шести слов равна 19 бит, во втором случае $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 5 = 20$, что на 1 бит больше.

Ответ: 19.

Кстати, если использовать для кодирования 6 символов равномерный код, то можно обойтись длиной в 3 бита для каждого кодового слова, то есть тогда сумма длин всех 6 слов будет 18, при этом останется 2 неиспользуемых кодовых слова той же длины. Данный неравномерный код окажется экономным только в том случае, если сигнал преимущественно будет состоять из букв А и Б. Это применимо, например, к работе охранной системы, которая в обычном режиме подаёт сигнал о своей исправности и отсутствии угроз (сигнал А), в случае своей неисправности (отключения) подаёт сигнал Б, а оставшиеся 4 кода использует для обозначения сработавшего датчика сигнализации.

Данное задание оказалось неожиданно сложным даже для сильных выпускников, получивших высокие тестовые баллы. При решении этого конкретного задания верный ответ дали 41,2% экзаменуемых, ответ «20» дали 18,5% участников экзамена. Возможно, среди них как раз были сильные учащиеся, построившие по алгоритму безупречный неравномерный код, удовлетворявший условию Фано, но не увидевшие более эффективного кода.

Серьёзное затруднение в этом году, как и в прошлом, вызвало задание базового уровня 11 из раздела «Теория алгоритмов», при том, что выполняется оно методом формального исполнения алгоритма. Повторим здесь его разбор из методических рекомендаций прошлого года, так как формулировки за-

даний 2016 года были аналогичны формулировкам 2015 года.

Задание 11 проверяет владение выпускниками понятием **рекурсии** в алгоритмах и связанных с этим понятием умений и навыков. Оно как в 2015-м, так и в 2016 году было выполнено плохо (средний процент выполнения: 25,7 — 2015 г., 36,3 — 2016 г.). В 2014 году задание представляло собой фрагмент рекурсивного алгоритма, содержащего оператор вывода (печати) внутри вызываемой рекурсивной функции. Вопрос формулировался просто: какое количество символов (чисел) будет напечатано, то есть сколько раз будет выполнена команда вывода. В 2015 году эта модель задания была слегка модифицирована, вопрос формулировался в виде «Какая строка символов будет

напечатана?». В 2016 г. в ответе требовалось указать сумму напечатанных чисел. Существует решение этого задания методом формального исполнения (трассировки) алгоритма, то есть в результате репродуктивной деятельности, знакомой учащимся, хотя более простым для реализации является решение методом записи рекуррентных соотношений и построения таблицы значений (как это было в заданиях ЕГЭ на эту тему в прежние годы). Низкий показатель выполнения этого задания говорит о том, что понятие рекурсии многими учащимися в процессе обучения так и не было освоено.

В связи с тем, что это задание вызывает систематические затруднения, приведём здесь разбор двух различных образцов данного задания из вариантов КИМ ЕГЭ 2015 года.

Задание 11.1

Ниже на пяти языках программирования записана рекурсивная функция (процедура) F.

Бейсик	Python
<pre>SUB F(n) print n, IF n >= 7 THEN F(n - 3) F(n - 1) END IF END SUB</pre>	<pre>def F(n): print(n, end='') if n >= 7: F(n - 3) F(n - 1)</pre>
Алгоритмический язык	Паскаль
<pre>алг F(цел n) нач вывод n если n >= 7 то F(n - 3) F(n - 1) все кон</pre>	<pre>procedure F(n: integer); begin write(n); if n >= 7 then begin F(n - 3); F(n - 1) end end;</pre>
Си	
<pre>void F(int n) { printf("%d", n); if (n >= 7) { F(n - 3); F(n - 1); } }</pre>	

Что выведет программа при вызове F(9)? В ответе запишите последовательность выведенных цифр слитно (без пробелов).

Решение: Сначала необходимо изучить текст программы на одном из языков программирования и понять, что выполняет данная функция. Функция получает на вход одно число n , выводит его на экран, затем при условии, что $n \geq 7$, осуществляет два последовательных вызова $F(n - 3)$ и $F(n - 1)$, что приведёт к печати меньших значений n и дальнейшим рекурсивным вызовам.

Например, при данном $n = 9$ программа напечатает число 9, затем вызовет $F(6)$, то есть после числа 9 будет напечатано то, что выведет функция при вызове $F(6)$, затем произойдёт вызов $F(8)$. Упрощённо это можно записать так: $F(9) = 9, F(6), F(8)$, то есть ответ будет представлять собой последовательную запись (конкатенацию) цифры 9, ответа для $F(6)$ и ответа для $F(8)$.

Выпишем рекуррентное соотношение для общего случая:

$F(n) = n, F(n - 3), F(n - 1)$, при $n \geq 7$;

$F(n) = n$, при $n < 7$.

Далее заполним таблицу, что выведет функция при вызове для разных значений n :

n	Рекуррентное соотношение для $F(n)$	Результат вызова функции $F(n)$
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7, $F(4), F(6)$	746
8	8, $F(5), F(7)$	85746
9	9, $F(6), F(8)$	9685746

Например, вызов $F(7)$ приведёт к печати цифр 746, так как вызовы $F(4)$ и $F(6)$ только напечатают цифры 4 и 6 и не будут совершать никаких дальнейших рекуррентных вызовов.

Вызов $F(8)$ напечатает 8, затем сделает вызов $F(5)$, затем сделает вызов $F(7)$. Вызов $F(5)$ напечатает одну цифру 5, а вызов $F(7)$, как было определено ранее, напечатает 746, поэтому ответом для $F(8)$ будет 85746.

Наконец, $F(9)$ напечатает 9, сделает вызов $F(6)$, который напечатает 6, и сделает вызов $F(8)$, который напечатает 85746. Последовательно записав эти цифры, получим ответ для $F(9)$: 9685746.

Альтернативное решение: Это решение более трудоёмкое, чем приведённое выше, но основывается на формальном исполнении алгоритма, записанного в задании.

Взгляд на текст процедуры показывает, что печать происходит сразу после вызова, при этом печатается аргумент, с которым процедура была вызвана. После этого в алгоритме содержится условный оператор, который при условии, что алгоритм больше либо равен семи, осуществляет ещё два последовательных рекурсивных вызова той же процедуры с аргументом на 3 и на 1 меньше, чем первоначальный аргумент.

Исполним алгоритм для указанного аргумента:

Команда алгоритма	Результат исполнения	Вывод	Примечание
<u>ВЫВОД</u> n	вывод «9»	9	
<u>ЕСЛИ</u> $n \geq 7$ <u>ТО</u>	$9 \geq 7$, истина		
$F(n - 3)$	вызов $F(6)$		1 уровень рекурсии
<u>ВЫВОД</u> n	вывод «6»	6	
<u>ЕСЛИ</u> $n \geq 7$ <u>ТО</u>	$6 \geq 7$, ложь		возврат в $F(9)$

Команда алгоритма	Результат исполнения	Вывод	Примечание
F(n - 1)	вызов F(8)		1 уровень рекурсии
<u>ВЫВОД</u> n	ВЫВОД «8»	8	
<u>ЕСЛИ</u> n >= 7 <u>ТО</u>	8 ≥ 7, истина		
F(n - 3)	вызов F(5)		2 уровень рекурсии
<u>ВЫВОД</u> n	ВЫВОД «5»	5	
<u>ЕСЛИ</u> n >= 7 <u>ТО</u>	5 ≥ 7, ложь		возврат в F(8)
F(n - 1)	вызов F(7)		2 уровень рекурсии
<u>ВЫВОД</u> n	ВЫВОД «7»	7	
<u>ЕСЛИ</u> n >= 7 <u>ТО</u>	7 ≥ 7, истина		
F(n - 3)	вызов F(4)		3 уровень рекурсии
<u>ВЫВОД</u> n	ВЫВОД «4»	4	
<u>ЕСЛИ</u> n >= 7 <u>ТО</u>	4 ≥ 7, ложь		возврат в F(7)
F(n - 1)	вызов F(6)		3 уровень рекурсии
<u>ВЫВОД</u> n	ВЫВОД «6»	6	
<u>ЕСЛИ</u> n >= 7 <u>ТО</u>	6 ≥ 7, ложь		возврат в F(7)
<u>КОН</u>			возврат в F(8)
<u>КОН</u>			возврат в F(9)
<u>КОН</u>			завершение алгоритма

Ответ: 9685746.

Задание 11.2

Ниже на пяти языках программирования записаны две рекурсивные функции (процедуры): F и G.

Бейсик	Python
<pre> DECLARE SUB F(n) DECLARE SUB G(n) SUB F(n) IF n > 0 THEN G(n - 1) END SUB SUB G(n) PRINT "*" IF n > 1 THEN F(n - 2) END SUB </pre>	<pre> def F(n): if n > 0: G(n - 1) def G(n): print(«*») if n > 1: F(n - 2) </pre>

Алгоритмический язык	Паскаль
<pre> алг F(цел n) нач если n > 0 то G(n - 1) все кон </pre>	<pre> procedure F(n: integer); forward; procedure G(n: integer); forward; procedure F(n: integer); begin if n > 0 then </pre>

<pre> алг G(цел n) нач вывод "*" если n > 1 то F(n - 2) все кон </pre>	<pre> G(n - 1); end; procedure G(n: integer); begin writeln('*'); if n > 1 then F(n - 2); end; </pre>
Си	
<pre> void F(int n); void G(int n); void F(int n){ if (n > 0) G(n - 1); } void G(int n){ printf("*"); if (n > 1) F(n - 2); } </pre>	

Сколько символов «звёздочка» будет напечатано на экране при выполнении вызова F(11)?

Решение: В данной задаче используется так называемая косвенная рекурсия, когда функция F вызывает функцию G, а функция G вызывает функцию F.

Изучив текст программы, заметим, что функция $G(n)$ осуществляет вызов $F(n - 2)$, а вызов функции $F(n)$ приводит к вызову $G(n - 1)$. Таким образом, если функция $G(n)$ вызывает $F(n - 2)$, то она в свою очередь вызывает $G(n - 3)$.

Обозначим через $g(n)$ количество звёздочек, которое будет напечатано на экране, если вызвать функцию $G(n)$ из данного задания. Всегда будет напечатана хотя бы одна звёздочка, так как функция G начинается с команды вывода одной звёздочки, но если $n \geq 3$, то произойдёт рекурсивный вызов $G(n) \rightarrow F(n - 2) \rightarrow G(n - 3)$. При $n < 3$ рекурсивного вызова не будет, например, если $n = 2$, то $G(2)$ вызовет $F(0)$, а та просто завершит работу, не вызывая ничего.

Выпишем рекуррентное соотношение для $g(n)$:

$$g(n) = 1 + g(n - 3), \text{ при } n \geq 3,$$

$$g(n) = 1, \text{ при } n < 3.$$

Заполним таблицу значений функции $g(n)$:

n	Рекуррентное соотношение для $g(n)$	Значение функции $g(n)$
0	1	1
1	1	1
2	1	1
3	$1 + g(0)$	2
4	$1 + g(1)$	2

n	Рекуррентное соотношение для $g(n)$	Значение функции $g(n)$
5	$1 + g(2)$	2
6	$1 + g(3)$	3
7	$1 + g(4)$	3
8	$1 + g(5)$	3
9	$1 + g(6)$	4
10	$1 + g(7)$	4

В задаче спрашивается, сколько символов «звёздочка» будет напечатано на экране при выполнении вызова $F(11)$? Поскольку $F(11)$ вызывает $G(10)$ и ничего более не делает, то ответом будет $g(10)$, то есть 4.

Альтернативное решение (формальным исполнением): Взгляд на текст задания показывает, что печать происходит только внутри процедуры G сразу после вызова, при этом печатается один символ «звёздочка». Записаны две процедуры F и G , при этом из процедуры F осуществляется вызов $G(n - 1)$, а из процедуры G осуществляется вызов $F(n - 2)$. Рекурсия заканчивается, когда аргумент становится равным 1 (в процедуре G) или 0 (в процедуре F).

Исполним алгоритм для указанного аргумента (11):

Команда алгоритма	Результат исполнения	Вывод	Примечание
<u>если</u> $n > 0$ <u>то</u>	$11 > 0$, истина		выполняется $F(11)$
$G(n - 1)$	вызов $G(10)$		
<u>ВЫВОД</u> "*"	ВЫВОД «*»	*	выполняется $G(10)$
<u>если</u> $n > 1$ <u>то</u>	$10 > 1$, истина		
$F(n - 2)$	вызов $F(8)$		
<u>если</u> $n > 0$ <u>то</u>	$8 > 0$, истина		выполняется $F(8)$
$G(n - 1)$	вызов $G(7)$		
<u>ВЫВОД</u> "*"	ВЫВОД «*»	*	выполняется $G(7)$
<u>если</u> $n > 1$ <u>то</u>	$7 > 1$, истина		
$F(n - 2)$	вызов $F(5)$		
<u>если</u> $n > 0$ <u>то</u>	$5 > 0$, истина		выполняется $F(5)$
$G(n - 1)$	вызов $G(4)$		
<u>ВЫВОД</u> "*"	ВЫВОД «*»	*	выполняется $G(4)$
<u>если</u> $n > 1$ <u>то</u>	$4 > 1$, истина		
$F(n - 2)$	вызов $F(2)$		
<u>если</u> $n > 0$ <u>то</u>	$2 > 0$, истина		выполняется $F(2)$
$G(n - 1)$	вызов $G(1)$		
<u>ВЫВОД</u> "*"	ВЫВОД «*»	*	выполняется $G(1)$
<u>если</u> $n > 1$ <u>то</u>	$1 > 1$, ложь		
<u>кон</u>			завершение $G(1)$
<u>кон</u>			завершение $F(2)$
<u>кон</u>			завершение $G(4)$
<u>кон</u>			завершение $F(5)$
<u>кон</u>			завершение $G(7)$

Команда алгоритма	Результат исполнения	Вывод	Примечание
<u>кон</u>			завершение F(8)
<u>кон</u>			завершение G(10)
<u>кон</u>			завершение F(11)

Таким образом, символ «звёздочка» будет напечатан 4 раза.

Ответ: 4.

Как видно из приведённых решений к образцам заданий, от экзаменуемых не требовалось ничего больше, чем формально исполнить приведённый алгоритм. Видимо, проблема заключается в том, что разъяснению понятия рекурсии и механизма осуществления рекурсивного вызова было уделено недостаточно внимания. Понять и почувствовать конструкцию рекурсии не сложнее, чем конструкцию оператора присваивания $a = a + 1$, основной способ добиться этого понимания — решать больше практических заданий.

Например, можно добавить в описанные две процедуры ещё один оператор вывода. Для экономии места приведём алгоритмы на двух языках:

Алгоритмический язык	Паскаль
<pre> алг F(цел n) нач если n > 0 то G(n - 1) все вывод "+" кон алг G(цел n) нач вывод "*" если n > 1 то F(n - 2) все кон </pre>	<pre> procedure F(n: integer); forward; procedure G(n: integer); forward; procedure F(n: integer); begin if n > 0 then G(n - 1); writeln('*'); end; procedure G(n: integer); begin writeln('*'); if n > 1 then F(n - 2); end; </pre>

К данному алгоритму можно задать несколько вопросов. Первый: «Сколько символов «плюс» будет напечатано?» — достаточно прост и эквивалентен по сложности заданию 11.2; а другой: «Какая последовательность символов будет напечатана?» — требует глубокого понимания сущности рекурсии и ближе по сложности к заданию 11.1. (*Ответ:* при выполнении вызова F(11) будет напечатана строка «***++++».)

Эффективным способом организации занятий по данной теме может быть разбор заданий у доски с объяснением учителя, а затем самостоятельная работа учащихся с теми же алгоритмами, реализованными в среде программирования (например, в среде «КуМир»), когда учащиеся могут запустить эти алгоритмы с разными аргументами (например модифицированное задание 11.2 с аргументами 9 и 8) и обсудить, в чём причина совпадения или несовпадения результатов. Далее учащиеся могут попробовать модифицировать алгоритмы (например, переместить операторы вывода) и спрогнозировать результаты их выполнения, а затем проверить гипотезу.

В любом случае рекурсия относится к фундаментальным понятиям информатики, её изучение в школе необходимо и важно в плане общего образования.

Ещё одно задание базового уровня сложности, вызвавшее затруднения у участников экзамена, — **задание 12**, проверяющее знание базовых принципов организации и функционирования компьютерных сетей, адресации в сети. В этом году в части вариантов оно было с новой формулировкой, требовавшей определить наименьшее возможное количество единиц в разрядах маски сети. Разберём задание с новой формулировкой.

Задание 12.1

В терминологии сетей TCP/IP маской сети называется двоичное число, определяющее, какая часть IP-адреса узла сети относится к адресу сети, а какая — к адресу самого узла в этой сети. Обычно маска записывается по тем же правилам, что и IP-адрес, — в виде четырёх байтов, причём каждый байт записывается в виде десятичного числа. При этом в маске сначала (в старших разрядах) стоят единицы, а затем с некоторого разряда — нули. Адрес сети получается в результате применения поразрядной конъюнкции к заданным IP-адресу узла и маске.

Например, если IP-адрес узла равен 231.32.255.131, а маска равна 255.255.240.0, то адрес сети равен 231.32.240.0.

Для узла с IP-адресом 119.83.208.27 адрес сети равен 119.83.192.0. Каково наименьшее возможное количество единиц в разрядах маски?

Решение: Строго говоря, всё, что нужно знать для решения этого задания, написано в условии. IP-адрес представляет собой 32 бита, которые для удобства чтения записываются в виде значений 4 байтов в десятичной системе, разделяемых точками. Адрес в виде 16 единиц и следующих за ними 16 нулей будет записан в виде 255.255.0.0. Маска сети для приведённых в условии IP-адресов узла и сети будет иметь вид 255.255.X.0, где X — число, дающее при поразрядной конъюнкции с числом 208 число 192.

Запишем оба числа в двоичной системе: $192_{10} = 11000000_2$, $208_{10} = 11010000_2$.

Уже видно, что минимальное число, дающее при поразрядной конъюнкции с числом 208 число 192, есть число 192. Другое число, которое даст такой результат — число 224 (11100000_2). Число 240 при поразрядной конъюнкции с числом 208 даст 208, и адрес сети будет 119.83.208.0.

В двоичной записи числа 255 содержится 8 единиц, числа 192 — 2 единицы. Маска будет содержать последовательно 18 единиц и 14 нулей.

Ответ: 18.

Имеет смысл, видимо, разобрать то же задание в другой формулировке, использовавшейся на экзамене как в 2015 г., так и в части вариантов 2016 г.

Задание 12.2

В терминологии сетей TCP/IP маской сети называется двоичное число, определяющее, какая часть IP-адреса узла сети относится к адресу сети, а какая — к адресу самого узла в этой сети. Обычно маска записывается по тем же правилам, что и IP-адрес, — в виде четырёх байтов, причём каждый байт записывается в виде десятичного числа. При этом в маске сначала (в старших разрядах) стоят единицы, а затем с некоторого разряда — нули. Адрес сети получается в результате применения поразрядной конъюнкции к заданным IP-адресу узла и маске.

Например, если IP-адрес узла равен 231.32.255.131, а маска равна 255.255.240.0, то адрес сети равен 231.32.240.0.

Для узла с IP-адресом 115.181.92.48 адрес сети равен 115.181.80.0. Чему равно значение третьего слева байта маски? Ответ запишите в виде десятичного числа.

Решение: Маска сети для приведённых в условии IP-адресов узла и сети будет иметь вид 255.255.X.0, где X — число, дающее при поразрядной конъюнкции с числом 92 число 80.

Запишем оба числа в двоичной системе: $92_{10} = 01011100_2$, $80_{10} = 01010000_2$. Мы записали их с лидирующим нулём, чтобы получился 8-битный код, соответствующий байту.

Маска должна представлять собой число, в двоичной записи которого сначала идут единицы, а потом нули. Так как 4 младших разряда третьего байта адреса содержат нули, а че-

тыре старших разряда адреса сети и адреса узла совпадают, маска должна представлять собой число, в двоичной записи которого сначала 4 единицы, а потом 4 нуля. Это число 240.

Ответ: 240.

Если всерьёз, то решение первой задачи ничуть не сложнее, если не легче, чем решение второй. Причина, по которой в этом году с ней справились только 30% экзаменуемых против 40% в прошлом году, может быть только одна — испуг от необычной формулировки и нежелание вчитаться в условие. Для экзамена, который определяет возможность продолжения образования по выбранной специальности, такая реакция не вполне адекватна. Или другая возможная причина более высоких результатов прошлого года состоит в том, что часть участников экзамена не решали задачу полностью, а запомнили «магические числа» 192, 224 и 240, которые могли бы быть ответом на задание, и подбирали, по каким-то признакам, подходящее. Видимо, они не смогли перестроиться и вчитаться в условие задачи. С другой стороны, ответы «192» и «224» дали суммарно около 2% выпускников, решавших вариант, в котором было задание 12.1. Остаётся только повторить, что формулировки задания на реальном экзамене совсем не обязательно будут совпадать с формулировками в демоверсии и в заданиях открытого банка.

Задание 18 повышенного уровня сложности проверяет знание таблицы истинности для импликации и умение осуществить преобразование импликации в сложных выражениях. В 2015 г. задание в ряде вариантов заодно проверяло умение осуществить поразрядную конъюнкцию двоичных чисел. Оно вызвало серьёзные затруднения.

Задание 18.1

Обозначим через $m \& n$ поразрядную конъюнкцию неотрицательных целых чисел m и n . Так, например, $14 \& 5 = 1110_2 \& 0101_2 = 0100_2 = 4$.

Для какого наименьшего неотрицательного целого числа A формула

$$x \& 25 \neq 0 \rightarrow (x \& 17 = 0 \rightarrow x \& A \neq 0)$$

тождественно истинна (то есть принимает значение 1 при любом неотрицательном целом значении переменной x)?

Решение: Поскольку выражения $A \rightarrow (B \rightarrow C)$ и $(A \wedge B) \rightarrow C$ равносильны, выражение $x \& 25 \neq 0 \rightarrow (x \& 17 = 0 \rightarrow x \& A \neq 0)$ равносильно выражению $(x \& 25 \neq 0 \wedge x \& 17 = 0) \rightarrow x \& A \neq 0$.

Поскольку $25_{10} = 11001_2$, то $x \& 25 \neq 0$ означает, что или нулевой, или третий, или четвёртый разряд в двоичной записи числа x не равен 0.

Аналогично, $x \& 17 = 0$ означает, что нулевой и четвёртый разряд в двоичной записи числа x равны 0. Следовательно, из $(x \& 25 \neq 0 \wedge x \& 17 = 0)$ следует, что третий разряд в двоичной записи числа x не равен 0. Поэтому если $x \& A \neq 0$, то выражение

$$(x \& 25 \neq 0 \wedge x \& 17 = 0) \rightarrow x \& A \neq 0$$

истинно при любом x , если же $x \& A = 0$, то выражение ложно при, например, $x = 8$. Наименьшее A , при котором $x \& A \neq 0$ равно 8.

Ответ: 8.

В 2016 году в некоторых вариантах задание 18 было приведено в формулировке, требовавшей определения длин отрезков числовой прямой. Приведём пример задания 18 одного из вариантов 2016 года.

Задание 18.2

На числовой прямой даны два отрезка: $P = [30, 65]$ и $Q = [10, 35]$. Отрезок A таков, что формула $(x \in A) \rightarrow ((x \in P) \rightarrow (x \in Q))$ истинна при любом значении переменной x .

Какова наименьшая возможная длина отрезка A ?

Решение: Для начала можно применить преобразование импликации два раза и получить выражение без импликации:

$(x \in A) \rightarrow ((x \in P) \rightarrow (x \in Q))$ равносильно выражению $(x \in A) \rightarrow ((x \in P) \vee (x \in Q))$ (мы преобразовали импликацию в скобках и применили отрицание, заменив «принадлежит» на «не принадлежит»). Аналогично это выражение равносильно $(x \in A) \vee ((x \in P) \vee (x \in Q))$.

Скобки можно раскрыть, получаем $(x \in A) \vee (x \in P) \vee (x \in Q)$.

Для этого выражения формула истинна для всех x , не принадлежащих либо отрезку P , либо отрезку Q . Чтобы она была истинна для всей числовой прямой, требуется, чтобы отрезок A полностью покрывал пересечение отрезков P и Q . Минимальный такой отрезок (30, 35) совпадает с пересечением отрезков P и Q и имеет длину 5.

Ответ: 5.

Как видно из приведённых примеров, задание не требует для выполнения каких-то знаний и умений, выходящих за рамки стандартных логических преобразований, но требует хорошего понимания глубокой взаимосвязи операций пересечения и объединения множеств с логическими операциями конъюнкции и дизъюнкции. Эти множества могут представлять собой отрезки на прямой или натуральные числа, имеющие те или иные цифры в двоичном разложении.

Модель КИМ 2017 г. по сравнению с КИМ 2016 года не изменится. Останутся теми же, что и в 2015–2016 гг., количество заданий и максимальный первичный балл. Задание 27 будет, как и в 2016 году, представлено в двух вариантах, оцениваемых, соответственно, из 2 и 4 баллов. Для написания программ в задании 27 можно будет использовать любой изучавшийся язык программирования, в том числе стандартные библиотеки. Проверка решений заданий второй части будет осуществляться экспертами по критериям, использование компьютера на этапах выполнения заданий и ввода ответов не предусмотрено.

Несмотря на то, что в КИМ ЕГЭ 2017 года не будет заданий с выбором ответа, не следует игнорировать задания открытого банка ЕГЭ этого типа. Решение заданий ЕГЭ прошлых лет поможет учащимся представить разнообразие сюжетов и проверяемых элементов содержания по каждому из разделов содержания.

Content

List of abbreviations

BSE — Basic State Examination
EQA — Educational Quality Assessment
FAI — Fund of assessment instruments
FL — Foreign languages
FSES — Federal State Educational Standards
HEI — Higher Educational Institution
MI — Measuring instruments
SSA — State summative assessment
SSE — State School-leaving examination
USE — Unified State Examination

Content

EDITOR-IN-CHIEF'S COLUMN

Reshetnikova, O.A.

The main directions of the SSA results application

Abstract: The main directions of the analysis of the SSA results on Federal level are described in the article. The possibility of application of the integrated analysis of a group of assessment procedures for the management of educational quality is discussed. Also discussed are the specifics of adequate interpretation of the SSA results on the level the Russian Federation subjects.

Keywords: results of SSA, BSE, USE, directions of the analysis of USE results, application of the SSA results, educational quality management.

MEASURING INSTRUMENTS

Rokhlov, V.S., Petrosova, R.A.

Innovative model of the Biology USE in 2017

Abstract: The objective conditions for the transfer to the innovative model of Biology USE are analyzed in the article. Described are the basic conceptual approaches to the selection of structure and the content of measuring instruments. The samples of new examination items are presented, structural and content peculiarities of the Short Answer items are analyzed.

Keywords: Biology USE, innovative examination model, assessment objects, continuity between BSE and USE, models of Short Answer items.

Kaverina, A.A., Snastina, M.G.

On main directions of the 2017 Chemistry USE model development

Abstract: The main approaches to the construction of Chemistry examination model are described in the article. The directions of the examination development are analyzed. There are samples of the new Short Answer items. The approaches to the selection of the thematic blocks structure in the first part of the exam are explained.

Keywords: Chemistry USE, the development directions, examination structure, item construction, innovative models of items.

Demidova, M.Y., Gribov, V.A.

The development of the 2017 Physics USE model

Abstract: Based on the general approaches to the Physics USE construction under the requirements of the FSES, the main directions of the examination development are described in the article. The characteristics of the structure and content of the thematic blocks of the first part of the exam are presented. The samples of the new models of items are given.

Keywords: USE model, structure of a thematic block, new models of the Short Answer items, learning operations under assessment

ANALYSIS

Kalinova, G.S., Petrosova, R.A. and Rokhlov, V.S.

Methodological recommendations for the teachers based on the analysis of typical mistakes made by the 2016 Biology USE participants

Abstract: The Brief description of the 2016 Biology USE is presented as well as its main results. The results are analyzed according to the separate content blocks: "Biology as a science about live nature", "Cell as a biological system", "Organism as a biological system", "System and diversity of the organic world", "Health of a human being", "The evolution of live nature", "Ecosystems and their regularities". The achievements and deficits of the different level candidates are analyzed and methodological recommendations towards the improvement of teaching are given.

Keywords: Biology USE, 2016 Biology USE results, analysis according to the thematic blocs, analysis based on the candidates' ability levels, statistical characteristics of the examination items.

Kaverina, A. A., Snastina, M.G.

Methodological recommendations for the teachers based on the analysis of typical mistakes made by the 2016 Chemistry USE participants

Abstract: The Brief description of the 2016 Biology USE is presented as well as its main results. The results are analyzed according to the separate content blocks: "Theoretical foundations of Chemistry", "Inorganic Chemistry", "Organic Chemistry", "Learning methods in Chemistry. Chemistry and Life". The achievements and deficits of the different level candidates are analyzed and methodological recommendations towards the improvement of teaching are given.

Keywords: Chemistry USE, 2016 Chemistry USE results, analysis according to the thematic blocs, analysis based on the candidates' ability levels, statistical characteristics of the examination items.

Demidova, M.Y.

Methodological recommendations for the teachers based on the analysis of typical mistakes made by the 2016 Physics USE participants

Abstract: The Brief description of the 2016 Physics USE is presented as well as its main results. The results are analyzed according to the separate content blocks, and different activities: application of laws and formula in standard learning situations, analysis and interpretation of phenomena and processes, determining the direction of vector quantities, methodological skills, problem solution. The achievements and deficits of the different level candidates are analyzed and methodological recommendations towards the improvement of teaching are given.

Keywords: Physics USE, 2016 Physics USE results, analysis according to the thematic blocs, analysis based on the candidates' ability levels, statistical characteristics of the examination items.

Barabanov, V.V., Ambartsumova, E.M. and Dukova, S.E.

Methodological recommendations for the teachers based on the analysis of typical mistakes made by the 2016 Geography USE participants

Abstract: The Brief description of the 2016 Geography USE is presented as well as its main results. The results are analyzed according to the separate content blocks and learning activities. The achievements and deficits of the different level candidates are analyzed and methodological recommendations towards the improvement of teaching are given.

Keywords: Geography USE, 2016 Geography USE results, analysis according to the thematic blocs, analysis based on the candidates' ability levels, statistical characteristics of the examination items.

Content

Leschiner, V.R., Reutberg, M.A.

Methodological recommendations for the teachers based on the analysis of typical mistakes made by the 2016 Informatics and ICT USE participants

Abstract: The Brief description of the 2016 Informatics and ICT USE is presented as well as its main results. The results are analyzed according to the separate content blocks. The achievements and deficits of the different level candidates are analyzed. The peculiarities of Higher level items solution are discussed and methodological recommendations towards the improvement of teaching are given.

Keywords: Informatics and ICT USE, 2016 Informatics and ICT USE results, analysis according to the thematic blocs, analysis based on the candidates' ability levels, statistical characteristics of the examination items.

Подписано в печать 25.11.2016. Формат 60×90/8
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ.л. 16,0. Усл.-печ.л. 16,0
Тираж 1023 экз. Заказ № 6513

Учредитель ООО «НИИ школьных технологий».
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №77-15870 от 07.07.2003 г.
109341, Москва, ул. Люблинская, д. 157, корп. 2
Тел.: (495) 345-52-00
E-mail: narob@yandex.ru
Распространение: no.podpiska@yandex.ru

Отпечатано в типографии НИИ школьных технологий
Тел. (495) 972-59-62

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ

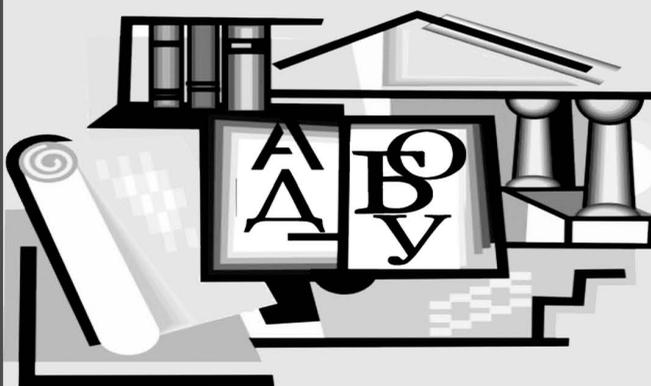
НАРОДНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Журнал
«Народное
образование»
основан
Александром I
в 1803 году

**109341 г. Москва,
ул. Люблинская,
д.157, к. 2
Тел: (495) 345-52-00,
345-59-00,
345-59-01,
972-59-62**

Издательский дом «Народное образование». Редакционные, издательские, полиграфические работы: книги, брошюры, каталоги, газеты, листовки, документация и всё остальное от А до Я (от создания и редактирования текста до печати тиража заказчику).

E-mail:
narob@yandex.ru
WWW.narobraz.ru
WWW.narodnoe.org



**ШКОЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

2016

Индексы: 81151, 47006