



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

**Д.Ю. Добротин**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
для учителей, подготовленные  
на основе анализа типичных ошибок  
участников ЕГЭ 2017 года**

**по ХИМИИ**

Москва, 2017

Содержание КИМ ЕГЭ определяется на основе Федерального компонента государственного стандарта среднего (полного) общего образования по химии, базовый и профильный уровни (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).

Отбор содержания КИМ для проведения ЕГЭ по химии в 2017 г. в целом осуществлялся с учетом тех общих установок, на основе которых формировались экзаменационные модели предыдущих лет. В числе этих установок наиболее важными с методической точки зрения являются:

- направленность КИМ на проверку усвоения системы знаний, которая рассматривается в качестве инвариантного ядра содержания действующих программ по химии для общеобразовательных организаций;
- применение заданий, различных по форме предъявления условия и виду требуемого ответа, по уровню сложности, а также по способам оценки их выполнения;
- охват заданиями экзаменационного варианта основных разделов курса химии (неорганической, общей и органической химии);
- соответствие содержания заданий требованиям к уровню усвоения учебного материала и формируемым видам учебной деятельности;
- значимость учебного материала для общеобразовательной подготовки выпускников средней школы;
- проверка освоения основных образовательных программ по химии на базовом, повышенном и высоком уровнях сложности.

Количество заданий той или группы в общей структуре КИМ определено с учетом таких факторов, как: а) глубина изучения проверяемых элементов содержания учебного материала как на базовом, так и на повышенном уровнях; б) требования к планируемым результатам обучения – предметным знаниям, предметным умениям и видам учебной деятельности. Такой подход к классификации заданий позволил более точно определить функциональное предназначение каждой группы заданий в структуре КИМ.

Так, задания *базового уровня сложности* с кратким ответом проверяют соответствие уровня подготовки выпускников требованиям стандарта. Знания и умения выпускников, проверяемые заданиями базового уровня, обязательны для освоения каждым обучающимся.

Задания *повышенного уровня сложности* с кратким ответом предусматривают *выполнение* большего разнообразия действий по применению знаний в измененной, нестандартной ситуации (например, для анализа сущности изученных типов реакций), а также сформированность умений *систематизировать и обобщать* полученные знания.

Для оценки сформированности интеллектуальных умений более высокого уровня, таких как умение *устанавливать* причинно-следственные связи между отдельными элементами знаний (например, между составом, строением и

свойствами веществ), *формулировать* ответ в определенной логике с аргументацией сделанных выводов и заключений, используются задания высокого уровня сложности с развернутым ответом.

Задания *с развернутым ответом*, в отличие от заданий двух предыдущих типов, предусматривают комплексную проверку усвоения на углубленном уровне нескольких (двух и более) элементов содержания из различных содержательных блоков и ориентированы на проверку 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 расчеты по химическим уравнениям.

При определении количества заданий КИМ ЕГЭ, ориентированных на проверку усвоения учебного материала отдельных блоков / содержательных линий, учитывался прежде всего занимаемый ими объем в содержании курса химии. Например, принято во внимание, что в системе знаний, определяющих уровень подготовки выпускников по химии, важное место занимают элементы содержания содержательных блоков «Неорганическая химия», «Органическая химия» и содержательной линии «Химическая реакция». По этой причине суммарная доля заданий, проверяющих усвоение их содержания, составила в экзаменационной работе 65% от общего количества всех заданий.

Наряду с этим при разработке экзаменационной модели ЕГЭ 2017 г. существенное внимание уделено усилению деятельностной основы и практико-ориентированной направленности содержания КИМ. Реализация этого направления имела целью повышение дифференцирующей способности экзаменационной модели и ее диагностирующей функции, позволяющей определять уровень (степень) достижения не только предметных, но и метапредметных планируемых результатов.

Так, например, за последние годы в КИМ существенно снижена вероятность случайного определения верного ответа (угадывания) на задание, расширено многообразие моделей заданий, направленных на проверку элементов содержания одного содержательного блока, что позволяет проверить владение выпускниками большего количества предметных и метапредметных умений.

Увеличение количества заданий, предусматривающих более развернутые формулировки условий заданий, также усиливают метапредметную направленность КИМ. Так, от выпускников требуется максимально внимательно работать с информацией, представленной в заданиях, начиная с анализа текста условия с содержащимися в нем названиями веществ, формулами и цифровыми значениями, и заканчивая необходимостью учета требований к записи решения задания. Владение умением перевода информации

из одной знаковой системы в другую является одним из важнейших требований к современному выпускнику школы.

В результате подходы к структурированию самой работы, в особенности ее части 1, и к построению самих заданий претерпели заметные изменения. Структура части 1 работы приведена в большее соответствие со структурой курса химии. Построение заданий, в первую очередь заданий базового уровня сложности, осуществлено таким образом, чтобы их выполнение предусматривало использование во взаимосвязи обобщенных знаний, ключевых понятий и закономерностей химии.

Структура работы 2017 г. претерпела заметные изменения. Так, в частности, принципиально изменена структура части 1 экзаменационной работы. По сравнению с работами прошлых лет задания части 1 в работе 2017 г. сгруппированы по нескольким тематическим блокам:

- «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». «Расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций».

В каждом из указанных тематических блоков представлены задания как базового, так и повышенного уровней сложности, расположенные по увеличению количества операций, которые необходимы для их выполнения. Такая структура части 1 экзаменационной работы в большей мере соответствует структуре самого курса химии. Благодаря этому учащиеся как при подготовке к экзамену, так и во время выполнения экзаменационной работы, имеют возможность более эффективно сконцентрировать свое внимание на том, использование каких знаний, понятий и закономерностей химии и в какой взаимосвязи потребует выполнение заданий, проверяющих усвоение учебного материала определенного раздела курса химии.

Уменьшено общее количество заданий с 40 (в 2016 г.) до 34. Это обусловлено тем, что существенно усилена деятельностная основа и практико-ориентированная направленность содержания всех заданий базового уровня сложности, в результате чего выполнение каждого из них требует системного применения обобщенных знаний. Изменение общего количества заданий в КИМ ЕГЭ 2017 г. осуществлено преимущественно за счет уменьшения количества тех заданий, выполнение которых предусматривало использование аналогичных видов деятельности.

Изменена шкала оценивания (с 1 до 2 баллов) выполнения двух заданий (9 и 17) базового уровня сложности, которые проверяют усвоение знаний о генетической связи неорганических и органических веществ.

Часть 2 экзаменационной работы 2017 г. по своей структуре и содержательной основе осталась прежней, т.е. аналогичной части 2 работы 2016 г. Она включает пять заданий с развернутым ответом высокого уровня сложности, которые ориентированы на проверку усвоения на углубленном уровне нескольких (двух или более) элементов содержания их различных разделов курса химии.

Таким образом, первичный суммарный балл за выполнение работы в целом составил 60 (вместо 64 в 2016 г.).

В целом внесенные в экзаменационную работу 2017 г. изменения направлены на повышение объективности проверки сформированности ряда важных общеучебных умений, в первую очередь таких, как применение знаний в системе, самостоятельное оценивание правильности выполнения учебной и учебно-практической задачи, а также комбинирование знаний о химических объектах с пониманием математической зависимости между различными физическими величинами.

Еще одним фактором, повлиявшим на внесение изменений, является стремление усилить дифференцирующие способности заданий. Одним из направлений в этом аспекте является повышение уровня сложности отдельных заданий. Реализация этого направления совершенствования КИМ осуществляется не за счет расширения количества проверяемых элементов содержания и включения в задания материала, предполагающего изучение на углубленном уровне, а в результате изменения моделей заданий, выполнение которых предусматривает необходимость использования новых алгоритмов решения, увеличение количества последовательно осуществляемых мыслительных операций, комбинирования материала из различных содержательных блоков.

Анализ результатов выполнения заданий позволяет сделать вывод о сохранении в 2017 г. средних показателей выполнения заданий, полученных в ЕГЭ 2016 г. Это обусловлено преемственностью структуры и содержания экзаменационных вариантов.

Предпринятые в КИМ ЕГЭ 2017 г. изменения в моделях некоторых заданий базового и повышенного уровней сложности также не привели к существенным изменениям в результатах экзамена, показанных наиболее подготовленными выпускниками. Вместе с тем у выпускников со средним и низким уровнями подготовки эти изменения вызвали дополнительные трудности, что сказалось на результатах выполнения заданий. Таким образом,

можно говорить о некотором усилении дифференцирующей функции обновленных заданий и варианта в целом.

Так, например, задания 1–3, объединенные в мини-тест, выполнены в среднем на 7–10% ниже, чем задания по этим же элементам содержания, применявшимся в 2016 г. Это обусловлено большей вариативностью подходов к выполнению новых заданий.

Существенные сложности вызвало задание 26, направленное на контроль знаний о значении и получении наиболее важных неорганических и органических веществ.

Вместе с тем некоторые предложенные модели заданий показали недостаточно высокую дифференцирующую способность. Так, например, задание 10 повышенного уровня сложности (оценивается в 2 балла), проверяющее знание об окислительно-восстановительных реакциях, успешно выполнили даже выпускники, показавшие невысокие результаты. Такой результат не отвечает требованиям к заданиям повышенного уровня сложности, так как не позволяет четко диагностировать различия в уровне подготовки экзаменуемых с низким, средним и высоким уровнями подготовки.

В 2017 г. произошло повышение на 2 балла среднего балла выполнения экзаменационной работы и на 1% числа выпускников, не преодолевших минимального порога баллов, что не является статистически значимыми изменениями. Однако столь несущественные изменения не позволяют делать более глобальные выводы о влиянии внесенных корректив в варианты 2017 г.

В части 1 экзаменационной работы 2017 г. задания были сгруппированы по нескольким тематическим блокам:

- «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». «Расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций».

**Блок «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»**

Этот блок содержал только задания базового уровня сложности, которые были ориентированы на проверку усвоения базовых понятий характеризующих строение атомов химических элементов и строение веществ, а также на проверку умений применять Периодический закон для сравнения свойств элементов и их соединений. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ задания	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
1	Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов	70,9	–	–
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	76,5	–	–
3	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	77,8	–	–
4	Ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немoleкулярного строения. Тип	60,9	–	–

	кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения			
--	---	--	--	--

Данные таблицы показывают, что все элементы содержания этого блока на базовом уровне хорошо усвоены выпускниками. При выполнении заданий участники ЕГЭ продемонстрировали уверенное овладение следующими умениями: определять строение атомов химических элементов, сравнивать строение атомов между собой, выделять сходство и характер изменения свойств элементов и их соединений; определять степень окисления атомов химических элементов; объяснять природу химической связи (ионной, ковалентной, металлической, водородной).

Тем не менее есть отдельные задания, выполнение которых было недостаточно успешным даже в группе выпускников с высоким уровнем подготовки. Рассмотрим некоторые характерные затруднения учащихся на конкретных примерах.

*Пример 1*

*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) Cl      3) Si      4) Mn      5) Cr

*1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое число валентных электронов. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.*

*Ответ: 24*

Средний процент выполнения этого задания сравнительно низкий даже у хорошо подготовленных выпускников – всего 55. Причиной этого может быть невнимательное прочтение условия задания. Неверный вариант ответа 12 (натрий и марганец) привели 27% участников. Так, были выбраны элементы, которые содержат одинаковое число внешних электронов, хотя в условии задания шла речь о валентных электронах атомов. Как известно, у *d*-элементов валентными являются электроны внешнего уровня и предвнешнего *d*-подуровня. Марганец имеет 7 валентных электронов, как и хлор.

Приведем еще один пример конкретного задания, при выполнении которого невнимательность к требованию условия задания привело к ошибкам в ответе.

### Пример 2

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) С            2) N            3) F            4) Be            5) Ne

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые образуют оксиды.

Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения кислотного характера их высших оксидов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: 

--	--	--

Обратим внимание на то, что в условии задания требуется расположить элементы в определенном порядке. Приведем статистические результаты выполнения данного задания.

Ответ	214	412	124	421
% выпускников	71,7	7,2	5,2	1,1

Как видно из этих данных, достаточно большое число экзаменуемых (13,5%) допустили ошибки именно в порядке распределения химических элементов в ответе.

Сравнительно низкий средний процент выполнения среди заданий этого блока показали задания, проверяющие усвоение знаний о химической связи в веществах, – менее 65%. Причиной тому, вероятно, был тот факт, что выпускники не учитывали наличия в одном веществе различных видов химической связи между атомами химических элементов в зависимости от значения их электроотрицательности. Приведем пример конкретного задания.

### Пример 3

Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, в которых присутствует ковалентная неполярная химическая связь.

- 1) этан
- 2) пероксид водорода
- 3) гидроксид натрия
- 4) метанол
- 5) вода

Ответ: 12

Известно, что ковалентная неполярная связь образуется между атомами с одинаковой электроотрицательностью, в частности между атомами одинаковых химических элементов. Так, в молекуле этана это связь между атомами углерода, а в молекуле пероксида водорода – между атомами кислорода. Для успешного выполнения подобных заданий выпускники обязательно должны были анализировать структуру каждого вещества, которое указано в условии задания. Только 62% выпускников дали полный правильный ответ на это задание. Еще 27% выпускников неверно указали одно из веществ: наряду с этаном и пероксидом водорода были указаны метанол (14%) и вода (13%).

### Блок «Неорганическая химия»

Второй блок заданий экзаменационной работы включал в себя задания базового, повышенного и высокого уровней сложности. Задания располагались в порядке увеличения уровня их сложности, а задание высокого уровня сложности требовало написания развернутого ответа и располагалось в части 2 экзаменационной работы. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 2.

Таблица 2

№ задания	Контролируемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
5	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)	75,3	–	–
6	Характерные химические свойства простых веществ – металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа. Характерные химические свойства простых веществ – неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния	53,8	–	–
7	Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	59,1	–	–
8	Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов. Характерные химические свойства кислот. Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных;	55,9	–	–

	комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка). Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена			
9	Взаимосвязь неорганических веществ	71,1	–	–
31	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	–	–	39,6
11	Характерные химические свойства неорганических веществ: – простых веществ – металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа); – простых веществ – неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния; – оксидов: основных, амфотерных, кислотных; – оснований и амфотерных гидроксидов; – кислот; – солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка)	–	47,1	–

Данные таблицы позволяют утверждать, что экзаменуемые прочно овладели на базовом уровне умениями определять принадлежность веществ к различным классам неорганических соединений, называть изученные вещества по тривиальной или международной номенклатуре, выявлять взаимосвязь неорганических веществ.

Наряду с этим участники ЕГЭ продемонстрировали недостаточно прочные знания химических свойств неорганических веществ – задания 6–8 экзаменационной работы выполнены с успешностью менее 60%. Такой результат, вероятно, обусловлен новой формой предъявления условия задания базового уровня сложности: экзаменуемый должен был определить два вещества, с которыми возможно химическое взаимодействие названного в условии реагента. Если была допущена одна ошибка, то задание считалось невыполненным. На конкретных примерах рассмотрим характерные затруднения экзаменуемых при выполнении заданий этого блока.

*Пример 4*

*Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых взаимодействует сера.*

- 1) карбонат натрия (р-р)
- 2) гидроксид хрома(III)
- 3) водород
- 4) хлорид меди(II)
- 5) серная кислота (конц.)

*Ответ: 35*

Средний процент выполнения задания всеми участниками	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой
54	21,5	88,4

Статистические данные показывают, что изменение формата условия задания значительно повлияло на успешность выполнения задания участниками со слабой подготовкой и практически не оказало воздействия на успешность выполнения задания участниками с хорошей подготовкой. Только 54% экзаменуемых смогли указать два вещества (35), с которыми реагирует сера. Указать ответ 3 (водород) смогли еще 36% участников, но они не указали второе вещество – конц. серную кислоту, которая тоже реагирует с серой. Эти учащиеся не актуализировали знания о том, что сера может проявлять как свойства окислителя (в реакции с водородом), так и свойства восстановителя (в реакции с конц. серной кислотой).

*Пример 5*

*Из предложенного перечня веществ выберите два оксида, которые реагируют с водой.*

- 1) оксид лития
- 2) оксид железа(II)
- 3) оксид углерода(II)
- 4) оксид хрома(VI)
- 5) оксид хрома(II)

*Ответ: 14*

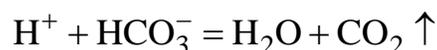
Средний процент выполнения задания всеми участниками	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой
35	10	66,7

Как и в предыдущем случае, экзаменуемые со слабой уровнем подготовкой испытывали значительные затруднения при выполнении этого задания. Они не смогли выполнить следующую последовательность мыслительных операций: определить химический характер каждого из перечисленных оксидов; на основании этого определить, что с водой реагирует оксид щелочного металла лития (1) и кислотный оксид хрома(VI) (4). Именно при определении ответа 4 участники сделали наибольшее количество ошибок. Это говорит о том, что общую закономерность в свойствах кислотных оксидов – большинство из них взаимодействует с водой, так как в результате реакции образуются растворимые кислоты, – участники со слабой подготовкой не смогли применить к конкретному кислотному оксиду.

Задания на позиции 8 в экзаменационной работе вызвали наибольшие затруднения у экзаменуемых со слабой и удовлетворительной подготовкой: средний процент их выполнения этими группами участников – 14,6% и 47,2% соответственно. Такой формат предъявления задания впервые использован в работе 2017 г. Выполнение этих заданий требовало тщательного анализа условия и применения знаний о свойствах веществ и механизмах протекания реакций ионного обмена. Рассмотрим пример конкретного задания и результаты его выполнения.

*Пример 6*

*В пробирку с раствором вещества X добавили кислоту Y. В результате произошла реакция, которую описывает сокращённое ионное уравнение*



*Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанную реакцию.*

- 1) угольная кислота
- 2) фтороводородная кислота
- 3) карбонат калия
- 4) гидрокарбонат аммония
- 5) бромоводородная кислота

*Ответ: 45*

Средний процент выполнения задания всеми участниками	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой
48,7	8,8	85,2

При проведении анализа сокращенного ионного уравнения реакции в условии задания участники должны были сделать вывод о том, что в реакцию вступает сильная кислота и соль угольной кислоты – гидрокарбонат. Затем по этим критериям надо определить конкретные вещества среди перечисленных в условии задания. Веществом X является гидрокарбонат аммония, а веществом Y – сильная бромоводородная кислота. Такой ход рассуждений оказался по силам только наиболее подготовленным экзаменуемым. Задания экзаменационной работы на позиции 8 хорошо дифференцируют участников ЕГЭ по уровню их подготовки.

Усвоение знаний о взаимосвязи неорганических веществ проверялось с помощью заданий базового уровня сложности с кратким ответом (9) и заданием высокого уровня сложности с развернутым ответом (31). Формат предъявления условия этих заданий остался неизменным с прошлого года, поэтому алгоритм выполнения их был хорошо известен выпускникам и задания были выполнены достаточно успешно. Условия заданий повышенного уровня сложности на позиции 11 в экзаменационной работе, которые ориентированы на комплексную проверку знаний о свойствах неорганических веществ, также были в таком же формате, как и в предыдущие годы. Успешность выполнения этих заданий соизмерима с успешностью выполнения подобных заданий в 2016 г. (43,4%).

### **Блок «Органическая химия»**

Результаты выполнения заданий представлены в табл. 3.

Таблица 3

№ задания	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
12	Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)	64,7	–	–
13	Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах. Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа	56,4		
14	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и толуола).	55,9	–	–

	Основные способы получения углеводов (в лаборатории)			
15	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола. Основные способы получения кислородсодержащих соединений (в лаборатории). Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров	48,2	–	–
16	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот. Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки	47,3	–	–
17	Взаимосвязь углеводов и кислородсодержащих органических соединений	63,3	–	–
18	Характерные химические свойства углеводов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводов (бензола и толуола). Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии	–	52,7	–
19	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров	–	43	–
32	Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений	–	–	45

Экзаменуемые успешно справились с заданиями базового уровня сложности, которые проверяли знания классификации органических веществ и взаимосвязь органических веществ (средний процент выполнения – более 60). Отметим, что формат предъявления условий этих заданий был такой же, как в экзаменационной работе прошлого года. Наряду с этим задания базового уровня сложности, которые в экзаменационной работе были представлены в новом формате (13 – 16), участники выполнили менее успешно, чем в прошлом году: средний процент выполнения – менее 60.

Задания повышенного и высокого уровней сложности, формат предъявления условия которых был аналогичен прошлому году, были

выполнены участниками достаточно успешно (средний процент выполнения – более 45). Эти результаты незначительно выше, чем результаты выполнения аналогичных заданий в прошлом году (средний процент выполнения – 43).

Рассмотрим характерные ошибки экзаменуемых на примерах конкретных заданий.

*Пример 7*

*Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, в молекулах которых только один атом углерода находится в состоянии  $sp^3$ -гибридизации.*

- 1) стирол
- 2) толуол
- 3) бензол
- 4) дивинил
- 5) изопрен

*Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.*

Ответ: 

2	5
---	---

Средний процент выполнения задания всеми участниками	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой
42,6	11,9	85,7

Сравнительно низкий средний процент выполнения задания обусловлен влиянием показателей выполнения задания группой экзаменуемых со слабой подготовкой. Статистические данные выполнения задания показали, что около 18% участников выбрали неверный ответ 4 (дивинил) и еще около 10% – выбрали ответ 1 (стирол). Это говорит о том, что эти выпускники недостаточно прочно усвоили знания об электронном строении органических веществ, так как не владеют пониманием взаимосвязи между типом гибридизации электронных орбиталей атома углерода и тем видом химической связи, который образует этот атом углерода. В соответствии с условием задания в молекуле вещества должен быть только один атом углерода, который образует одинарные  $\sigma$ -связи с соседними атомами. Безусловно, написание структурных формул веществ при выполнении этого задания оказало бы значительную помощь в формулировании ответа. Зачастую выпускники пренебрегают таким приемом, что и приводит к неверному ответу.

### Пример 8

Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, при взаимодействии каждого из которых с водой в присутствии катализатора образуется кетон.

- 1) пропин
- 2) бутен-2
- 3) пропилен
- 4) бутин-1
- 5) этин

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

Средний процент выполнения задания всеми участниками	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой
51,3	9,5	92,9

Это задание проверяет не только знание выпускниками химических свойств углеводов, но и сформированность у них понимания механизма протекания реакции непредельных углеводов с водой. Статистические данные выполнения этого задания показали, что почти 15% экзаменуемых выбрали в качестве ответа этин (5) и еще 20% экзаменуемых остановили свой выбор на алкенах (2 и 3). Этот факт говорит о том, что эти участники ЕГЭ недостаточно овладели умением прогнозировать состав продуктов реакции на основе анализа строения исходного вещества и механизма протекания реакции. Отметим также, что при выполнении подобных заданий необходимо записывать уравнения реакций с выбранными веществами, чтобы проверить правильность ответа.

### **Блок «Химическая реакция. Методы познания в химии. Химия и жизнь. Расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций»**

Усвоение элементов содержания этого блока проверялось заданиями различного уровня сложности, в их числе: 2 заданиями базового уровня сложности, 6 заданиями повышенного уровня сложности и 1 заданием высокого уровня сложности. Содержание условий этих заданий имеет прикладной и практико-ориентированный характер, они ориентированы на проверку усвоения фактологического материала. Выполнение заданий предусматривало проверку сформированности умений: *использовать* в конкретных ситуациях знания о применении изученных веществ и химических процессов, о промышленных

методах получения некоторых веществ и способах их переработки; *планировать* проведение эксперимента по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических веществ на основе приобретенных знаний о правилах безопасной работы с веществами в быту; *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 4.

Таблица 4

№ задания	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
20	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	56,1	–	–
21	Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов	66,9	–	–
22	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	–	72,9	–
23	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	–	63,7	–
24	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов	–	58,8	–
25	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений	–	36,3	–
26	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. Понятие о металлургии: общие способы получения металлов. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты,	–	45,5	–

	метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия. Природные источники углеводородов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки			
10	Реакции окислительно-восстановительные	–	83,2	–
30	Реакции окислительно-восстановительные	–	–	68,3

Данные таблицы позволяют говорить о том, что большинство элементов содержания данного блока хорошо усвоены выпускниками. Изменение формата предъявления условия заданий базового уровня сложности (20 и 21) оказало влияние на успешность их выполнения: средний процент выполнения этих заданий немного ниже, чем в прошлом году (в среднем на 8%). Задания повышенного уровня сложности, формат условий которых остался неизменным, выполнены практически с такими же результатами, как в прошлом году. Задание высокого уровня сложности с развернутым ответом (30) экзаменуемые выполняют очень успешно, демонстрируя при этом прочно сформированное умение составлять электронный баланс окислительно-восстановительной реакции и на его основе находить коэффициенты в уравнении этой реакции.

Важную роль в дифференциации экзаменуемых по уровню их подготовки играли расчетные задачи. Задачи базового уровня сложности с кратким ответом (27–29) проверяли умение проводить один из видов расчетов. А комплексное использование нескольких видов расчетов для решения одной задачи требовало записи развернутого ответа (задания 33 и 34). Результаты выполнения этих заданий представлены в табл. 5.

Таблица 5.

№ задания	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
27	Расчеты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»	59,4	–	–
28	Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях. Расчеты по термохимическим уравнениям	65	–	–
29	Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ	56,8	–	–

33	Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси), если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества. Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси	–	–	16,9
34	Нахождение молекулярной формулы вещества	–	–	27,2

Как видно из таблицы, выпускники достаточно успешно могут применять один из видов расчетов для решения задач базового уровня сложности.

Наиболее сложными были задания линии 33, решение которых требовало самостоятельного выбора используемых видов расчетов, их логической последовательности при поиске неизвестной физической величины. Средний процент выполнения таких заданий экзаменуемыми с различным уровнем подготовки представлен в табл. 6.

Таблица 6

Средний процент выполнения				
Все участники	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
16,9	0,16	3,3	25,8	78,7

Шкала оценивания выполнения этого задания предполагала максимальные 4 балла. Ниже приведена табл. 7, которая демонстрирует успешность выполнения этого задания выпускниками каждой из групп по уровню их подготовки.

Таблица 7

Группы выпускников по уровням подготовки	Доля выпускников, получивших определенное количество баллов (%)			
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
1-я группа	0,52	0,05	0	0
2-я группа	9,7	1,3	0,21	0,09
3-я группа	31,8	15,7	6,7	5
4-я группа	7,7	17,8	22,4	51,1

Такие результаты свидетельствуют о том, что некоторые выпускники с самым низким уровнем подготовки (1-я гр.) приступали к решению расчетных задач и нескольким из них удалось получить 1 балл за выполнение задания.

Среди выпускников с удовлетворительной подготовкой (2-я гр.) большинство из тех, кто приступал к выполнению задания 33, также смогли получить только 1 балл. Это означает, что эти выпускники смогли правильно составить уравнения химических реакций, о которых шла речь в условии задачи.

Наибольшее число выпускников с хорошей подготовкой (почти 16%) смогли получить 2 балла за выполнение задания: наряду с составлением уравнений реакций они смогли правильно произвести вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания.

Сравнение результатов выполнения этих заданий группами выпускников с хорошей (3 гр.) и отличной (4 гр.) подготовкой позволяет судить о ведущей роли заданий 33 в дифференциации выпускников этих групп. Как видно из таблицы, лишь небольшой процент выпускников с хорошей подготовкой (5%) смогли получить максимальные 4 балла за выполнение задания. Очевидно, что выполнить это задание полностью, т.е. продемонстрировать логически обоснованную взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчеты, и определить неизвестную физическую величину, смогли только наиболее подготовленные выпускники.

Анализ выполнения экзаменационной работы различными категориями выпускников позволяет сформулировать ряд тезисов об уровне их образовательной подготовки.

**Выпускники 1-й группы**, набравшие за выполнение экзаменационного варианта *от 0 до 13 баллов (низкий уровень подготовки)*, показали результаты, свидетельствующие о недостижении ими уровня подготовки, соответствующего требованиям стандарта. Средний процент выполнения заданий базового уровня сложности – от 23,3, заданий повышенного уровня сложности – 12,8, а заданий высокого уровня сложности – 4,2. Безусловно, на значение среднего процента выполнения заданий повлияли результаты тех выпускников этой группы, которые получили 0 баллов за выполнение работы, т.е. тех, которые практически не приступали к решению экзаменационного варианта.

Ни один элемент содержания не усвоен данной группой выпускников на необходимом уровне, который соответствует 50% выполнения.

Наиболее успешно данная группа выпускников справилась с заданиями 1, 2, 3 и 9, которые они выполнили с результатом от 40% до 46%. Эти задания проверяют усвоение следующих элементов содержания: «Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов. Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам»; «Общая характеристика металлов главных подгрупп I–III 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 главных подгрупп IV–VII групп в связи с их положением в Периодической системе»; «Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов»; «Взаимосвязь неорганических веществ». Но как видно из результатов, даже при выполнении заданий, проверяющих содержание ведущих разделов курса химии как основной, так и средней (полной) школы, данная группа выпускников испытывала существенные затруднения.

Из заданий повышенного уровня сложности наиболее высокие показатели были продемонстрированы при выполнении задания 10, проверяющего сформированность знаний об окислительно-восстановительных реакциях. Средний процент выполнения этого задания составляет 40,3. Показательно, что из заданий высокого уровня сложности максимальный результат получен за выполнение задания 30, которое предполагает составление окислительно-восстановительной реакции по ее схеме, составление электронного баланса и определение частиц – окислителя и восстановителя. Как можно увидеть из результатов, практически все перечисленные элементы содержания взаимосвязаны между собой. Это обусловлено тем, что в основе их решения лежит владение знаниями о строении атомов, закономерностях изменения свойств химических элементов по группам и периодам.

Однако все элементы содержания, относящиеся к теоретической базе разделов курса неорганической и органической химии, данной группой выпускников практически не усвоены.

Так, из содержательного блока «Неорганическая химия» в большей степени освоено умение определять классы/группы неорганических веществ. В то же время данной группой учащихся практически не усвоены даже на базовом уровне знания о химических свойствах. Это не позволяет этой группе выпускников самостоятельно составлять уравнения реакций, выполнять расчетные задачи.

Таким образом, можно сделать вывод, что данной группой выпускников усвоены лишь отдельные базовые понятия, изучаемые в основных темах школьного курса химии основной и старшей школы. При этом даже усвоенные базовые понятия не приведены у выпускников в систему. Сформированы отдельные умения, позволяющие выполнять некоторые задания базового уровня, предусматривающие репродуктивный характер деятельности и выполнение одношаговых простейших действий, например: определять число валентных электронов, составлять формулы веществ, определять принадлежность к классам/группам веществ, определять валентности и степени окисления.

В целях повышения уровня подготовки выпускников с низким уровнем подготовки целесообразно более четко выстраивать работу по формированию первоначальной системы знаний, которую следует отрабатывать, используя максимально разнообразные задания и требуя записывать и объяснять промежуточные действия в предлагаемом решении.

Важно также заметить, что для данной группы выпускников принципиальным является момент понимания личной ответственности за результат экзамена и четкого планирования подготовки к нему.

**2-я группа выпускников (набравших по итогам выполнения работы от 14 до 34 баллов) с удовлетворительной подготовкой** успешно выполнила половину заданий базового уровня сложности: средний процент выполнения заданий находится в интервале от 50 до 85.

Кроме ранее приведенного перечня элементов содержания и заданий, наиболее успешно выполненными 1-й группой выпускников, данной группой выпускников более чем на 50% выполнены задания, которые проверяют следующие элементы содержания на базовом уровне.

- Ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения.

- Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная).

- Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная).

- Взаимосвязь углеводородов и кислородсодержащих органических соединений.

- Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов.

- Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях.

Расчеты по термохимическим уравнениям.

Успешность выполнения заданий, ориентированных на проверку перечисленных элементов содержания, свидетельствует о сформированности у выпускников следующих умений:

- *определять*: строение атомов, валентность, степень окисления химических элементов, заряды ионов;

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

- *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;

- *объяснять* влияние различных факторов на скорость химической реакции
- *характеризовать* строение и химические свойства изученных органических соединений.

Среди расчетных задач наиболее успешно выполнено задание 28, проверяющее умение проводить расчеты объемных отношений газов при химических реакциях и расчеты по термохимическим уравнениям. Средний процент выполнения составляет 57.

Приведенные перечень элементов содержания и умений свидетельствует, что данная (2-я) группа выпускников успешно справляется с заданиями, условия которых сформулированы в традиционной для ГИА по химии форме, и заданиями, в которых требуется применение умений в знакомой ситуации, например составлять формулы веществ и уравнений реакций, часто используемых на уроках химии.

Среди заданий повышенного и высокого уровней сложности наиболее успешно (средний процент выполнения более 50) экзаменуемые 2-й группы справились с заданиями, направленными на сформированность знаний об окислительно-восстановительных реакциях (10 и 30), электролизе расплавов и растворов солей, щелочей, кислот (22), гидролизе солей (23).

Наибольшие затруднения у этой группы выпускников вызвали задания повышенного уровня сложности 19 и 25, которые проверяют сформированность следующих умений: *характеризовать* химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров; *планировать проведение* химического эксперимента по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических соединений. Одной из причин затруднений может являться то, что выполнение этих заданий предполагает учет знаний и умений, приобретенных в процессе выполнения химического эксперимента.

При выполнении этих заданий необходимо было не только учитывать характерные свойства реагирующих веществ, условия, в которых проводится каждая из реакций, но и уметь прогнозировать те изменения, которые будут происходить с веществами в процессе протекания реакций.

Кроме успешно выполненного задания 30, другие задания высокого уровня сложности (31–34) смогли выполнить менее 25% данной группы выпускников, а расчетную задачу 33, предусматривающую комплексное применение химических знаний и умений, составления и строго следования алгоритму, – 3%.

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 задания резко снижается.

Таким образом, выпускниками с удовлетворительной подготовкой успешно освоено значительное количество элементов содержания школьного курса химии, которые не приведены в систему у экзаменуемых, что не позволяет им устанавливать причинно-следственные связи и применять знания из разных содержательных блоков. Сформированы умения, позволяющие выполнять задания базового уровня и многие задания повышенного уровня сложности: характеризовать особенности строения атомов химических элементов по положению в Периодической системе, определять продукты реакций по формулам исходных веществ, определять окислитель и восстановитель, составлять уравнения реакции по схемам реакций и т.п. Как правило, эти задания предусматривают осуществление двух-трех взаимосвязанных логических операции, выполнение действий в знакомой ситуации.

В качестве рекомендации, направленной на повышение уровня подготовки к экзамену, может быть предложено увеличение доли тренировочных заданий и упражнений, способствующих систематизации знаний, предусматривающих самостоятельное составление обобщающих таблиц и схем, прежде всего, после изучения большого объема материала (темы, раздела). Не менее важным является и включение разнообразных форм заданий, предполагающих применение знаний и умений в новой ситуации.

**3-я группа выпускников (набравших по итогам выполнения работы от 35 до 53 баллов) с хорошей подготовкой** продемонстрировала уверенное владение знаниями практически по всем проверяемым элементам содержания курса химии и успешно справились практически со всеми заданиями базового, повышенного и высокого уровней сложности.

Средний процент выполнения всех заданий части 1 (базового и повышенного уровней сложности) составляет 81. Такой результат обусловлен достижением на качественно ином уровне, чем у 2-й группы выпускников, не только предметных, но и метапредметных планируемых результатов, которые предполагают более высокий уровень мыслительной деятельности и самостоятельности в ее осуществлении.

Среди умений, которые отличают данную группу выпускников от предыдущей, можно назвать следующие:

- *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; общие химические свойства основных классов неорганических и органических веществ; сущность реакций ионного обмена;

- *объяснять*: закономерности в изменении свойств веществ, сущность изученных видов химических реакций;
- *объяснять* зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения;
- *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям реакций.

Среди заданий высокого уровня сложности у данной группы выпускников затруднение вызвали только расчетные задачи 33 и 34. Результаты их выполнения – соответственно 26% и 41%.

Такой результат свидетельствует о том, что эта группа выпускников уверенно использует традиционно применяемые в школьном курсе химии алгоритмы решения задач, но в новой учебной ситуации испытывает затруднения в проведении комплексного анализа условия задачи и построения нужного алгоритма ее решения.

Таким образом, выпускниками с хорошей подготовкой усвоены практически все элементы содержания школьного курса химии. Выпускники понимают существование взаимосвязей между сформированными понятиями, что позволяет им последовательно осуществлять несколько мыслительных операций, однако взаимосвязи между разными системами химических понятий сформированы не в полной мере, что приводит к несистематическим (случайным) ошибкам. Сформированы умения, позволяющие выполнять задания любого уровня сложности, в том числе предполагающие осуществление нескольких последовательных мыслительных операций: прогнозировать состав веществ, участвующих в реакции по схеме реакции; определять возможность протекания реакций с учетом условий их проведения; характеризовать особенности строения атомов химических элементов и образуемых ими веществ от положения в Периодической системе и т.п. Некоторые трудности для данной группы выпускников представляют задания, требующие от них комплексного применения знаний и умений в обновленной ситуации, т.е. когда предполагается составление оригинального алгоритма решения или в условии задания встречаются нюансы, которые на этапе подготовки к экзамену не были отработаны. Именно на нивелирование описанных выше проблем и должна быть направлена корректировка процесса подготовки.

**4-я группа выпускников** (набравших по итогам выполнения работы от 53 до 60 баллов) с отличной подготовкой полностью освоила требования стандарта к освоению содержания основных общеобразовательных программ по химии для средней школы как на базовом, так и на углубленном уровнях.

Данная группа выпускников выполнила все задания экзаменационной работы со средним показателем выполнения 95%. Как и в прошлом году, наиболее низкий результат выполнения данная группа продемонстрировала при решении задания 33 (79%), которое предусматривает сформированность умения

осуществлять различные виды расчетов: массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси), если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества; массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного; массовой доли (массы) химического соединения в смеси.

Общий высокий результат выполнения всех заданий свидетельствует о том, что эти выпускники осознанно владеют системой химических понятий, понимают границы их применения и наличие между ними взаимосвязи, в том числе между понятиями, относящимся к разным содержательным блокам. Данная группа выпускников успешно овладела предметными умениями и универсальными учебными действиями, что позволяет им в зависимости от формулировки условия задания извлекать из него необходимую информацию, анализировать ее, самостоятельно выстраивать алгоритм решения и формулировать ответ в соответствии с существующими требованиями.

Весь этот перечень умений является наглядным подтверждением высокого уровня подготовки по химии данной группы выпускников.

Статистические результаты выполнения заданий ЕГЭ по химии и планируемые в 2018 г. изменения в моделях заданий и их формулировках предполагают и некоторую корректировку в преподавании курса химии. Причем, учитывая направленность ФГОС на формирование метапредметных и предметных планируемых результатов, сделаем акцент в предлагаемых рекомендациях именно на этих направлениях.

Так, низкие показатели выполнения задания 26, направленного на проверку сформированности знаний выпускников о промышленных способах получения веществ и их применении в жизнедеятельности людей, актуализируют необходимость повышения внимания к данным темам курса химии. Актуальность этого направления работы обусловлена не только важностью достижения одного из предметных планируемых результатов по химии, но и возможностью развития метапредметных умений, таких, например, как умение работать с информацией (осуществлять ее поиск, извлечение, переработку).

В качестве методов отработки и систематизации данного материала можно порекомендовать самостоятельное составление таблицы по результатам работы с текстом параграфа, в которой были бы отражены наиболее важные вещества, способы их получения и области их применения.

Другой подход может быть реализован в форме подготовки и представления кратких сообщений о применении веществ в начале или конце урока. Данная форма работы способствует развитию устной речи выпускников,

приобретению опыта сжатия текста, когда из большого объема предлагаемой информации (в том числе и в учебнике) необходимо отобрать самое важное и представить в виде устного или письменного сообщения.

Приведем пример рассуждений при решении задания 26, предусматривающего последовательное осуществление нескольких мыслительных операций.

*Пример 9*

*Установите соответствие между схемой превращения вещества и названием химического процесса, лежащего в основе этого превращения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.*

<i>СХЕМА ПРЕВРАЩЕНИЯ</i>	<i>НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА</i>
<i>А) аминокислота → полипептид</i>	<i>1) гидратация</i>
<i>Б) пропен → полипропилен</i>	<i>2) тримеризация</i>
<i>В) целлюлоза → глюкоза</i>	<i>3) гидролиз</i>
<i>Г) бутадиев-1,3 → каучук</i>	<i>4) полимеризация</i>
	<i>5) поликонденсация</i>

*Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.*

*Ответ:*

<i>А</i>	<i>Б</i>	<i>В</i>	<i>Г</i>

Для выполнения данного задания требуется знание о способах получения полимеров (каучука и полипропилена) из углеводов, азотсодержащих полимеров, полисахаридов. Учитывая то обстоятельство, что исходные и получаемые вещества относятся к различным классам/группам органических соединений, от учащегося требуется осуществление целого комплекса действий: определить класс/группу, к которой относится исходное вещество и продукт превращения → понять суть изменений, происходящих с веществом в результате указанного в левом столбце превращения, → вспомнить суть процессов, которые приведены в правом столбце, → соотнести схему превращения вещества с названием химического процесса, лежащего в основе этого превращения. В некоторых заданиях в левом столбце могут быть приведены области применения веществ и материалов. Поэтому при изучении материала и подготовке к экзамену целесообразно составлять сводную таблицу, включающую сведения о способах получения веществ и областях их применения.

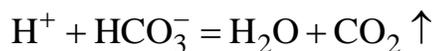
Продолжают вызывать затруднения задания, проверяющие знания, формируемые в значительной степени в процессе экспериментальной деятельности. К ним в первую очередь можно отнести задания 8, 25 и 31. В них

дается описание проводимых опытов с неорганическими веществами и/или признаки протекания химических реакций.

Рассмотрим подходы к выполнению таких заданий.

*Пример 10*

*В пробирку с раствором вещества X добавили кислоту Y. В результате произошла реакция, которую описывает сокращённое ионное уравнение*



*Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступить в описанную реакцию.*

- 1) угольная кислота
- 2) фтороводородная кислота
- 3) карбонат калия
- 4) гидрокарбонат аммония
- 5) бромоводородная кислота

*Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.*

Ответ:

X	Y

При прочтении условия следует обратить внимание на два момента: на указание класса, к которому относится одно из веществ, и на формулы частиц в записи сокращенного ионного уравнения. Так, можно увидеть, что одно из веществ, которое следует выбрать, относится к классу кислот. Причем, учитывая, что это сильная кислота (указан ион водорода  $\text{H}^+$ ), можно сделать вывод, что это бромоводородная кислота.

Второе вещество является растворимым гидрокарбонатом, к которому из приведенного перечня веществ относится только гидрокарбонат аммония.

В этом задании важным является и правильная запись ответа. Выпускники нередко не обращают внимания на необходимость соответствующей записи обозначения веществ – X и Y. В приведенном примере вещество X – это гидрокарбонат аммония (4), а вещество Y – бромоводородная кислота (5). Ответ 45.

За выполнение данного задания 2 балла получили 49% выпускников, что для базового уровня сложности является достаточно низким результатом.

Проанализируем подходы к выполнению еще одного задания.

### Пример 11

Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА	РЕАКТИВ
А) глицерин и уксусная кислота	1) $\text{NaOH}$
Б) фенол (р-р) и гексан	2) $\text{Cu(OH)}_2$
В) пропанон и этиленгликоль	3) $\text{Cu}$
Г) формальдегид (р-р) и гексин-3	4) $\text{FeCl}_3$
	5) $\text{KF}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Из условия задания следует, что требуется найти такой реактив, который бы либо по-разному реагировал с каждым из двух веществ, либо с одним веществом реагировал (с видимыми признаками протекания реакции), а с другим нет.

Первостепенную роль в подготовке к выполнению данного задания играют опыт и знания, приобретенные обучающимися при выполнении и обсуждении результатов реального химического эксперимента.

В предложенном задании реактивом на вещество А является гидроксид меди(II), который реагирует и с глицерином с образованием комплексного соединения ярко-синего (василькового) цвета и с уксусной кислотой с растворением осадка (А-2).

Качественной реакцией на фенол является взаимодействие с хлоридом железа(III), сопровождающееся образованием комплексного соединения фиолетового цвета. При взаимодействии с гидроксидом натрия внешние признаки не наблюдаются, а с медью, фторидом калия и гидроксидом меди(II) реакции не идут (Б-4).

Пропанон, относящийся к кетонам, с приведенными в правом столбце веществами в реакцию не вступает. А вот этиленгликоль, относящийся к многоатомным спиртам, как и глицерин, реагирует с гидроксидом меди(II) (В-2).

Хотелось сразу обратить внимание на то, что в заданиях на установление соответствия цифры в ответе могут повторяться.

Реактивом для последней пары веществ – формальдегида и гексина-3 – реактивом будет все тот же гидроксид меди(II), который способен окислить альдегидную группу (Г-2). Можно обратить внимание выпускников на то, что реакция с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  является качественной и для многоатомных спиртов, и для альдегидов, но проводят их в разных условиях, и сопровождаются они разными признаками протекания.

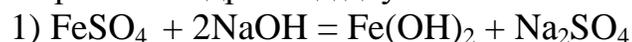
Итоговый ответ: 2422. Правильный ответ смогли назвать только 25% выпускников.

Еще одно задание, для выполнения которого необходимо учитывать знания и умения, приобретенные в процессе выполнения экспериментов, – это задание 31 с развернутым ответом, высокого уровня сложности. В экзаменационной работе 2018 г. это будет 32 задание.

### *Пример 12*

*К раствору сульфата железа(II) добавили раствор гидроксида натрия. Образовавшийся при этом осадок отделили и обработали пероксидом водорода, при этом наблюдали изменение цвета осадка. Полученное бурое вещество обработали иодоводородной кислотой. Образовавшееся при этом простое вещество поместили в раствор гидроксида калия и нагрели. Напишите уравнения четырех описанных реакций.*

Приступая к решению задания, необходимо обращать внимание на правильность записи уравнений, которая складывается из верной записи формул веществ и расстановки коэффициентов. Составим первое уравнение реакции. Важно учесть, что в реакцию с гидроксидом натрия вступает раствор сульфата железа(II), а в результате реакции должен образоваться осадок. Так как реакция идет без изменения степени окисления, то и образоваться должен нерастворимый гидроксид двухвалентного железа.



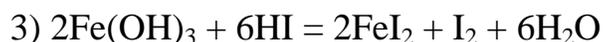
Во вторую реакцию с пероксидом водорода вступает выпавший в виде осадка гидроксид железа(II), который под действием окислителя ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), превращается в гидроксид железа(III). Обратим внимание на уточнение в условии задания об изменении цвета осадка:  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  серо-зеленый, а  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  бурый.

Составляем уравнение реакции.

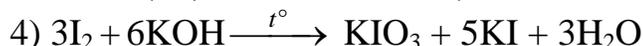


Именно этот осадок и обрабатывают иодоводородной кислотой, которая способна проявлять восстановительные свойства. В результате этого идет не реакция ионного обмена, а окислительно-восстановительная реакция. На это указывает и словосочетание в условии задания: «образовавшееся при этом

простое вещество». А как известно, реакции с участием простых веществ являются окислительно-восстановительными.



На четвертом этапе, образовавшийся иод обрабатывают при нагревании раствором гидроксида калия. При этом необходимо учесть два фактора: реакция идет при нагревании и то что иод реагирует с гидроксидом калия. Таким образом, происходит реакция диспропорционирования в результате которой образуется два соединения иода, в которой он имеет разные степени окисления – иодат калия (+5) и иодид калия (-1). Итак, составляем четвертое уравнение.



Как видно из приведенного примера, запись решения задания 31 (32) с развернутым ответом, в котором предлагается описание какого-либо явления, требует максимально внимательного прочтения условия этого задания. Не обратив внимания на одно-два слова в условии, можно составить неверное уравнение реакции. Это могут быть указания на наличие воды, цвет выделяющегося газа, избыток одного из веществ и др. При этом запись последующих элементов ответа во многом зависит от того, насколько полно экзаменуемый учел все условия, влияющие на запись уравнений реакций на предыдущих стадиях превращений. С учетом изложенного, после выполнения задания ему необходимо еще раз прочитать условие и соотнести его с записями каждого из четырех уравнений реакций.

Нельзя обойти вниманием и достаточно низкие результаты выполнения заданий, проверяющих химические свойства неорганических и органических веществ.

Анализ статистических данных показывает, что нередко трудности вызывают задания, в которых используются названия химических процессов с указанием конкретных условий их проведения.

### *Пример 13*

*Установите соответствие между химическим процессом и органическим веществом, которое является продуктом в этом процессе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.*

<i>ХИМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС</i>		<i>ПРОДУКТ</i>
<i>А) внутримолекулярная пропанола-1</i>	<i>дегидратация</i>	<i>1) диизопропиловый эфир</i>
<i>Б) щелочной гидролиз 2,2-дихлорпропана</i>		<i>2) пропилен</i>
<i>В) межмолекулярная пропанола-2</i>	<i>дегидратация</i>	<i>3) диметиловый эфир</i>
		<i>4) пропаналь</i>
		<i>5) метаналь</i>
<i>Г) каталитическое окисление метанола</i>		<i>6) пропанон</i>

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Как видно из условия, в задании активно используется специфическая терминология. В данном случае именно вдумчивый анализ названий химических процессов позволит выполнить его успешно.

Приведем подходы к объяснению названий процессов, указанных в левом столбце.

А. Внутримолекулярная дегидратация пропанола-1: процесс, в результате которого от одной молекулы пропанола-1 отщепляется молекула воды. Образуется пропен (пропилен) Ответ – 2.

Б. Щелочной гидролиз 2,2-дихлорпропана: процесс взаимодействия дихлоралкана с раствором щелочи, который сопровождается отщеплением атомов галогенов и водорода, в результате чего образуются кратные связи, число которых равно числу атомов галогенов. Ответ – 6.

Именно при установлении этого соответствия допущено наибольшее количество ошибок. Наиболее часто назывались альтернативные варианты: 4 и 2. Образование пропаналя (4) предполагает наличие окислителя, а при выборе пропена (2) не было учтено, что атомов галогена два, а следовательно, образуется тройная связь.

В. Межмолекулярная дегидратация пропанола-2: процесс отщепления одной молекулы воды от двух молекул спирта, в результате чего происходит образование простого эфира, образованного двумя изопропильными радикалами. Полученный эфир называется диизопропиловый. Ответ – 1.

Г. Каталитическое окисление метанола: взаимодействие метанола с окислителем в присутствии катализатора. Продуктом реакции является альдегид, в данном случае формальдегид. Ответ – 5.

Итоговый ответ: 2615.

Можно предположить, что именно недостаточное владение химической терминологией стало причиной того, что лишь 31% выпускников получили за выполнение этого задания 2 балла.

Важно заметить, что более правильным способом освоения терминологии является не механическое запоминание (заучивание) терминов без понимания их смысла, а анализ составных частей сложных названий. Обратим внимание: задания по химической номенклатуре, сформулированные в проблемном ключе, могут стать темой межпредметной проектно-исследовательской работы, продукт которой может быть представлен в виде словаря или буклета.

Еще одной причиной указанной тенденции при выполнении заданий, направленных на проверку знаний о химических свойствах, является нежелание

экзаменуемых тратить время на запись уравнений реакций. Иногда выпускники объясняют это экономией времени или уверенностью в точном знании правильного ответа. Однако, как показывает практика, потери баллов при этом случаются намного чаще.

Таким образом, в аспекте содержательной составляющей подготовки можно порекомендовать уделить больше внимания в рамках текущего и рубежного контроля применению различных форм заданий, направленных на проверку химических свойств веществ, в том числе включающих описание химических экспериментов.

В качестве деятельностной составляющей основная рекомендация для изучения химии в 2017/18 уч. г. может быть сформулирована как максимальное включение учащихся в процесс самостоятельного отбора, накопление и систематизацию материала, обеспечивающего успешную подготовку к ЕГЭ по химии.

При планировании изменений в КИМ ЕГЭ 2018 г. была продолжена работа по объединению и оптимизации форм заданий, относящихся к одному содержательному блоку, при этом были учтены статистические результаты выполнения заданий в 2017 г.

Корректировка была также направлена на оптимальность используемой шкалы и критериев оценивания.

В части 1 проведены следующие изменения: перегруппировано несколько элементов содержания, и изменен порядок следования заданий.

В задании 6 объединены два проверяемых элемента содержания: «характерные химические свойства простых веществ» и «характерные химические свойства оксидов», которые в 2017 г. проверялись заданиями 6 и 7. Правильное выполнение этого задания оценивается в 1 балл.

На позицию 8 перемещено задание, направленное на проверку химических свойств основных классов неорганических веществ. В 2017 г. это было задание 11.

Добавлено задание 9 – на установление соответствия между исходными веществами и продуктами реакции, позволяющее в новой форме и более комплексно проверять знания о химических свойствах неорганических веществ. Данное задание максимально оценивается в 2 балла.

Задание базового уровня, проверяющее владение элементом содержания «окислительно-восстановительные реакции» (в 2017 г. было на позиции 10) перенесено в блок «Теоретические основы химии» перед заданием, проверяющим знания об электролизе, что обусловлено их единой содержательной основой. Новый номер этого задания – 20. В задании уменьшено количество элементов, между которыми необходимо установить соответствие, что привело к снижению максимальной оценки до 1 балла.

В задании 26, направленном на проверку уровня сформированности знаний о применении веществ и способах промышленного получения, уменьшено количество элементов множества: в 2018 г. соответствие необходимо будет установить между тремя элементами множества в левом столбце (вещество) и 4 в правом (область применения или способ получения). В результате уменьшения элементов для установления соответствия задание будет оцениваться 1 баллом.

В результате внесенных изменений в части 1 сохраняется количество заданий и суммарный общий балл.

В часть 2 включен мини-тест, объединяющий два задания: 30 и 31. В общей части условия данного задания предложен перечень из пяти веществ, из которых необходимо выбрать те, между которыми протекают окислительно-восстановительная реакция и реакция ионного обмена.

В задании 30 от экзаменуемых требуется составить уравнение окислительно-восстановительной реакции. В 2017 г. задание оценивалось максимально в 3 балла, однако в нем объединены два критерия оценивания, соответствующие составлению электронного баланса и определению окислителя и восстановителя. Такое объединение обусловлено взаимосвязью умений, которые необходимо проявить обучающимся в процессе выполнения соответствующих действий.

Новое задание 31 предусматривает проверку умений составлять реакции ионного обмена: полное и сокращенное ионные уравнения. Данное задание максимально оценивается в 2 балла.

Изменена шкала оценивания расчетной задачи 34 – на вывод молекулярной формулы органического вещества. В результате объединения первого и второго критериев оценивания изменяется максимальный балл за выполнение задания, который теперь составляет 3 балла.

Таким образом, в части 2 экзаменационного варианта добавляется одно задание, а общий балл не меняется.

В целом в работе ЕГЭ по химии увеличено до 35 общее количество заданий, но сохранен максимальный балл за выполнение работы.

Учитывая планируемые в экзаменационных вариантах изменения, при подготовке к экзамену в 2018 г. необходимо обратить внимание на ряд содержательных и деятельностных компонентов подготовки.

Так, новое задание 31, проверяющее знания о реакциях ионного обмена, требует тщательнее отработать умение составлять реакции ионного обмена.

С учетом того, что данное задание предполагает запись развернутого ответа, целесообразно также будет вспомнить понятия «сильный электролит и слабый электролит», владение которыми определяет форму записи формул веществ, участвующих в реакции, а также повторить правила записи зарядов ионов, условия протекания реакций ионного обмена до конца.

На основании результатов 2017 г. может быть дана еще одна рекомендация, которая обусловлена низкими результатами выполнения задания 26, проверяющего сформированность знаний о способах промышленного получения веществ, их применении в повседневной жизни. В школьном курсе химии данному содержанию, как правило, не уделяется должное внимание, поэтому выбор оптимального подхода к его изучению очень важен для эффективной подготовки к экзамену. Большую роль в этом отношении может сыграть организация процессов обобщения и систематизации данного материала, осуществляемых последовательно по мере изучения классов и групп неорганических и органических веществ.

В завершение хотелось бы также обратить внимание на важность систематической отработки метапредметных умений, таких как: поиск и переработка информации, представленной в различной форме (текст, таблица, схема), ее анализ и синтез, сравнение и классификация, наблюдение и фиксация произошедших изменений, составление алгоритма и др., которые могут быть сформированы только в результате самостоятельной деятельности обучающихся.

## Основные характеристики экзаменационной работы ЕГЭ 2017 г. по ХИМИИ

Анализ надежности экзаменационных вариантов по химии подтверждает, что качество разработанных КИМ соответствует требованиям, предъявляемым к стандартизированным тестам учебных достижений. Средняя надежность (коэффициент альфа Кронбаха)<sup>1</sup> КИМ по химии – 0,94.

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений) (по КТ)	Коды проверяемых элементов содержания (по КЭС)	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)	Средний процент выполнения
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.	1.1.1	1.2.1 2.3.1	Б	1	2–3	70,9
2	Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам. Общая характеристика металлов IA–IIIA 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 IVA–VIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов	1.2.1 1.2.2 1.2.3 1.2.4	1.2.3 2.4.1 2.3.1	Б	1	2–3	76,5
3	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	1.3.2	1.1.1 2.2.1	Б	1	2–3	77,8
4	Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения	1.3.1 1.3.3	2.2.2 2.4.2 2.4.3	Б	1	2–3	60,9
5	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)	2.1	1.3.1 2.2.6	Б	1	2–3	75,3

<sup>1</sup> Минимально допустимое значение надежности теста для его использования в системе государственных экзаменов равно 0,8.

6	Характерные химические свойства простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа. Характерные химические свойства простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния	2.2 2.3	2.3.2	Б	1	2–3	53,8
7	Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	2.4	2.3.3	Б	1	2–3	59,1
8	Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов. Характерные химические свойства кислот. Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере гидроксо соединений алюминия и цинка). Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена	2.5 2.6 2.7 1.4.5 1.4.6	2.3.3 1.1.1 1.1.2 1.2.1 2.4.4	Б	1	2–3	55,9
9	Взаимосвязь неорганических веществ	2.8	2.3.3 2.4.3	Б	2	2–3	71,1
10	Реакции окислительно-восстановительные.	1.4.8	2.2.1 2.2.5	П	2	5–7	83,2
11	Характерные химические свойства неорганических веществ: – простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа); – простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния; – оксидов: основных, амфотерных, кислотных; – оснований и амфотерных гидроксидов; – кислот; – солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере гидроксо соединений алюминия и цинка)	2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7	2.3.3	П	2	5–7	47,1
12	Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)	3.3	2.2.6	Б	1	2	64,7
13	Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах. Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа	3.1 3.2	1.2.1 2.2.2 2.2.3 2.2.7	Б	1	2	56,4
14	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и толуола). Основные способы получения углеводородов (в лаборатории)	3.4 4.1.7	2.3.4 1.3.4 2.5.1	Б	1	2	55,9

15	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола. Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров. Основные способы получения кислородсодержащих органических соединений (в лаборатории).	3.5 3.6 4.1.8	2.3.4 1.3.4 2.5.1	Б	1	2	48,2
16	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот. Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки	3.7 3.8	2.3.4	Б	1	2	47,3
17	Взаимосвязь углеводов и кислородсодержащих органических соединений	3.9	2.3.4 2.4.3	Б	2	2–3	63,3
18	Характерные химические свойства углеводов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводов (бензола и толуола). Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии	3.4 1.4.10	2.3.4 2.4.4	П	2	5–7	52,7
19	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров	3.5 3.6	2.3.4	П	2	5–7	43
20	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	1.4.1	2.2.8	Б	1	2	56,1
21	Скорость реакции, её зависимость от различных факторов	1.4.3	2.4.5	Б	1	2	66,9
22	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	1.4.9	1.1.3 2.2.5	П	2	5–7	72,9
23	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	1.4.7	2.2.4	П	2	5–7	63,7
24	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов	1.4.4	2.4.5	П	2	5–7	58,8
25	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений	4.1.4 4.1.5	2.5.1	П	2	5–7	36,3

26	<p>Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии.</p> <p>Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ.</p> <p>Понятие о металлургии: общие способы получения металлов.</p> <p>Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола).</p> <p>Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия. Природные источники углеводородов, их переработка.</p> <p>Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки</p>	<p>4.1.1</p> <p>4.1.2</p> <p>4.2.1</p> <p>4.2.2</p> <p>4.2.3</p> <p>4.2.4</p>	<p>1.3.2</p> <p>1.3.3</p> <p>1.3.4</p> <p>2.2.4</p>	П	2	5–7	45,5
27	Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»	4.3.1	2.5.2	Б	1	2	59,4
28	Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях. Расчёты по термохимическим уравнениям	4.3.2 4.3.4	2.5.2	Б	1	2	65
29	Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ	4.3.3	2.5.2	Б	1	2	56,8
30	Реакции окислительно-восстановительные	1.4.8	2.2.5 2.4.4	В	3	10–15	68,3
31	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	2.8	2.3.3 2.4.3	В	4	10–15	39,6
32	Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений	3.9	2.3.4 2.4.3	В	5	10–15	45
33	<p>Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси), если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества.</p> <p>Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного.</p> <p>Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси</p>	4.3.5 4.3.6 4.3.8 4.3.9	2.5.2	В	4	10–15	16,9
34	Нахождение молекулярной формулы вещества	4.3.7	2.5.2	В	4	10–15	27,2