

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Химический институт им. А.М. Бутлерова

Е.А.Турилова

2025 г.

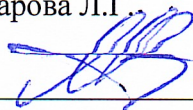


Направление подготовки: **04.04.01 Химия**

Лист согласования программы вступительных испытаний

Разработчик программы: профессор Шайдарова Л.Г.

Председатель экзаменационной комиссии



М.А. Зиганшин

(подпись)

Программа вступительного испытания обсуждена на заседании Учебно-методической комиссии Химического института им. А.М. Бутлерова. Программа вступительного испытания рекомендована к утверждению Ученым советом, протокол № 3 от «13» ноября 2025 г.

Программа вступительного испытания утверждена на заседании Ученого совета Химического института им. А.М. Бутлерова, Протокол № 4 от «19» ноября 2025 г.

Содержание

Раздел I. Вводная часть	4
1.1. Цель и задачи вступительных испытаний	1
1.2. Общие требования к организации вступительных испытаний	4
1.3. Описание формы проведения вступительных испытаний	4
1.4. Продолжительность вступительных испытаний в минутах	4
1.5. Структура вступительных испытаний	4
Раздел II. Содержание программы	5
Раздел III. Фонд оценочных средств	11
3.1. Инструкция по выполнению работы	11
3.2. Образцы заданий вступительных испытаний	12
Раздел IV. Список литературы	13

Раздел I. Вводная часть

1.1. Цель и задачи вступительных испытаний

Цель и задачи вступительного испытания по химии – оценка качества подготовки по химии лиц, освоивших образовательные программы подготовки бакалавров и специалистов.

1.2. Общие требования к организации вступительных испытаний

Вступительные испытания по химии при приеме на обучение по образовательной программе магистратуры на 2026/27 учебный год проводятся очно или дистанционно в формате видеоконференции (интернет-ссылка приводится в расписании вступительных экзаменов, размещенном на сайте приемной комиссии). Визуальный контакт с председателем и членами экзаменационной комиссии осуществляется с помощью веб-камеры.

1.3. Описание формы проведения вступительных испытаний

Вступительные испытания по химии проводятся в форме устного экзамена. Перед экзаменом проводится процедура идентификации личности абитуриента путем его аудиовизуального контакта с членами экзаменационной комиссии с предъявлением паспорта. Затем абитуриент получает экзаменационный билет и приступает к подготовке к ответу. На подготовку выделяется 30 минут. После подготовки абитуриент приступает к ответу на вопросы, указанные в билете, отвечает на дополнительные вопросы.

1.4. Продолжительность вступительных испытаний в минутах

Время проведения экзамена 60 минут.

1.5. Структура вступительных испытаний

В экзаменационном билете находятся три вопроса по химии.

Программа по химии для поступающих в магистратуру Химического института им. А.М. Бутлерова Казанского (Приволжского) федерального университета состоит из двух разделов. В первом разделе представлены основные теоретические понятия неорганической химии, свойства элементов и их соединений, а во втором разделе – основные теоретические понятия органической химии, свойства органических соединений.

Раздел II. Содержание программы

Часть I. ОБЩАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Атомно-молекулярное учение. Задачи химии. Химическое производство. Проблемы охраны окружающей среды. Основные понятия химии. Классы неорганических соединений.

Строение атома. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева.

Постулаты Бора. Модель атома по Бору. Двойственная природа электрона. Современная модель атома. Квантовые числа. Характеристика состояния электрона в атоме квантовыми числами. Понятие энергетического уровня и энергетических переходов. Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия. Электронные структуры атомов в связи с положением в периодической системе. Периодический закон. Причина периодичности свойств простых веществ и их соединений. Значение периодического закона.

Химическая связь. Строение и свойства вещества.

Ионная связь, её свойства. Поляризация ионов. Свойства веществ с ионной связью. Ковалентная связь, её трактовка с позиций методов ВС и ДО. Свойства ковалентной связи. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Свойства веществ с ковалентной связью. Классы и номенклатура химических веществ. Металлическая связь. Комплексообразование. Комплексонометрическое титрование. Общие представления. Значение комплексных соединений. Межмолекулярные взаимодействия. Молекулярная спектроскопия. Спектрофотометрия. Водородная связь. Агрегатные состояния вещества. Кристаллическое состояние. Типы кристаллических решеток.

Энергетика и направление химических процессов.

Термохимические уравнения. Понятие об энтальпии. Принцип Бертелло-Томсона и направление химической реакции. Понятие об энтропии. Энергия Гиббса.

Химическая кинетика. Катализ. Химическое равновесие.

Скорость реакции в гомогенных и гетерогенных системах. Факторы, влияющие на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Обратимые химические процессы. Гомогенные и гетерогенные равновесия. Смещение химического равновесия.

Растворы. Коллоиды. Классификация растворов. Жидкие растворы.

Растворимость. Растворители. Вода. Вода как растворитель. Растворимость твердых, жидких и газообразных веществ в воде. Способы выражения концентрации растворов. Тепловые явления при растворении. Теория растворов Д.И. Менделеева. Гидраты.

Разбавленные растворы неэлектролитов, их свойства. Давление пара над раствором, температура замерзания и кипения растворов, осмотическое давление. Растворы электролитов. Современные представления. Степень и константа диссоциации электролитов. Закон разбавления. Состояние сильных электролитов в растворе. Понятие об активности. Равновесия в гетерогенных системах водных электролитов. Произведение растворимости. Условия образования и растворения осадков. Гравиметрия как метод химического анализа. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH. Понятие о

кисотно-основных индикаторах. Титриметрия. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Практическое значение гидролиза. Коллоидные растворы. Измерение концентраций электролитов с помощью ионоселективных электродов. Стекланный рН-метрический электрод. Ионоселективные электроды с внутренним раствором сравнения.

Основы электрохимии. Окислительно-восстановительные реакции.

Электродный потенциал. Гальванические элементы. Ряд напряжений металлов. Электролиз растворов и расплавов. Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления. Классификация окислительно-восстановительных реакций. Важнейшие окислители и восстановители. Применение окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии.

Неметаллы.

Водород. Положение в периодической системе. Нахождение в природе. Принципы лабораторного и промышленного способов получения свободного водорода. Общая характеристика элементов VIA подгруппы. Строение атомов, валентности, закономерности в изменении физических и химических свойств простых веществ.

Кислород. Строение молекулы. Нахождение в природе, способы её добывания.

Элементы VA группы. Общая характеристика. Азот. Нахождение в природе. Проблема связанного азота. Физические и химические свойства. Гидроксид аммония. Соли аммония. Получение аммиака. Азотная кислота, её соли. Азотные удобрения. Фосфор. Нахождение в природе. Промышленное получение свободного фосфора. Его применение. Физические и химические свойства фосфора. Кислородные соединения. Фосфорная кислота, её соли. Фосфорные удобрения.

Металлы.

Общая характеристика металлов. Физические и химические свойства металлов. Нахождение в природе, способы получения металлов.

Сплавы и их свойства. Коррозия металлов и защита от коррозии. Значение металлов.

s-, p- металлы I - III главных подгрупп периодической системы, Электронные структуры, проявляемые валентности. Нахождение в природе, получение в свободном состоянии. Применение.

Важнейшие физические и химические свойства простых веществ. Оксиды, гидроксиды, получение и свойства. Закономерности в изменении свойств простых веществ и их соединений по подгруппам.

d-металлы: общая характеристика элементов побочных подгрупп I и II групп периодической системы элементов. Нахождение в природе, принципы извлечения в свободном состоянии и идентификация. Физические и химические свойства простых веществ. Применение.

Методы анализа s-, p- и d-элементов. Способы выражения количественных характеристик анализа, понятия селективности и чувствительности. Основы отбора проб в промышленном анализе и эколого-аналитическом контроле.

Часть 2. ОБЩАЯ ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Основные понятия органической химии. Предмет органической химии и связь с другими химическими науками, биологией, медициной. Сырьевые источники органических соединений.

Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Теория химического строения А.М. Бутлерова. Структурные формулы как средство отображения строения органических соединений. Изомерия, гомология. Структурная изомерия и ее разновидности. Пространственная изомерия: понятия о геометрической и оптической изомерии. Конформации, способы изображения конформационных изомеров.

Общие представления о методах анализа органических соединений. Высокоэффективная жидкостная и газо-жидкостная хроматография.

Электронные представления в органической химии. Химическая связь как проявление единого взаимодействия в молекуле. Типы химической связи: ионная, ковалентная, семиполярная. Направленность связи, полярность связи. Гибридизация и гибридные орбитали. Простые и кратные связи. Их описание на основе представлений об sp -, sp^2 и sp^3 -гибридизации.

Взаимное влияние атомов в молекуле. Основные понятия об электронных эффектах. Индуктивный эффект. Сопряжение и сверхсопряжение (гиперконъюгация).

Реакционная способность органических соединений. Классификация органических реакций: реакции замещения, присоединения, отщепления, циклоприсоединения, окислительно-восстановительные реакции и перегруппировки. Типы разрыва химической связи (гомолитический и гетеролитический). Понятия о реакционноспособных частицах (карбокатион, карбанион, радикал).

Основные классы органических соединений

Алканы. Номенклатура. Особенности электронного и пространственного строения соединений данного класса. Виды изомерии. Закономерности изменения физических и химических свойств в гомологическом ряду. Механизм цепных свободно-радикальных реакций замещения в алканах (галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление).

Алкены. Номенклатура. Особенности электронного и пространственного строения соединений данного класса. Виды изомерии. Закономерности изменения физических и химических свойств в гомологическом ряду. Получение алкенов: из алканов (крекинг, дегидрирование), из спиртов и галогеналканов (реакции отщепления). Правило Зайцева. Химические свойства алкенов. Гидрирование, галогенирование, присоединение галогеноводородов, гидратация. Механизм реакции электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его нарушение (перекисный эффект Хараша). Полимеризация алкенов.

Алкадиены. Непредельные углеводороды как одна из групп липидов. Классификация и важнейшие представители диенов. Электронное строение сопряженных диенов. Понятие сопряжения.

Алкины. Номенклатура. Особенности электронного и пространственного строения соединений данного класса. Химические свойства алкинов.

Циклоалканы. Классификация, номенклатура и структурная изомерия. Относительная устойчивость циклов, ее анализ на основе представлений о различных типах напряжений: угловое и торсионное. Геометрическая изомерия. Конформации циклогексана (кресло, ванна, твист), экваториальные и аксиальные связи. Особенности пространственного и электронного строения циклопропанового кольца.

Арены. Развитие взглядов о строении бензола: формула Кекуле, теория Хюккеля. Электронное строение молекулы бензола, правило Хюккеля и понятие ароматичности.

Гомологи бензола, их изомерия и номенклатура. Конденсированные ароматические системы. Нафталин, антрацен, фенантрен.

Галогеналканы. Номенклатура и изомерия. Синтез галогеналканов из алканов, алкенов, алкинов, спиртов. Химические свойства. Реакции отщепления галогеноводорода и их направленность. Образование металлоорганических соединений в реакции со щелочными металлами, магнием (реактив Гриньяра). Реакция Вюрца.

Спирты. Одноатомные насыщенные спирты. Изомерия, классификация, номенклатура. Основные методы получения. Электронное строение О-Н связи. Водородная связь в спиртах и ее проявление в физических свойствах. Химические свойства: кислотно-основные свойства, получение алкоголятов и их использование в органическом синтезе, замещение гидроксильной группы, дегидратация. Эфиروобразование: простые и сложные эфиры. Окисление и дегидрирование спиртов.

Многоатомные спирты. Гликоли. Получение и особенности химического поведения. Глицерин: образование комплексов с ионами металлов, дегидратация.

Фенолы. Строение, изомерия, номенклатура. Синтез фенола: лабораторный и промышленный.

Кислотно-основные свойства фенолов. Причины повышенной кислотности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами, влияние заместителей. Образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Реакции электрофильного замещения фенола: галоидирование, нитрование, алкилирование и ацилирование. Конденсация фенолов с карбоксильными соединениями, фенол-формальдегидные смолы. Применение стерически загруженных фенолов в качестве антиоксидантов.

Многоатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол. Основные химические свойства и применение.

Карбонильные соединения. Альдегиды, кетоны. Изомерия и номенклатура. Получение альдегидов и кетонов из алкенов, гем-дигалогенопроизводных, окислением спиртов. Строение и особенности двойной связи $C=O$. Химические свойства альдегидов и кетонов. Гидрирование. Реакции присоединения нуклеофилов к карбонильной группе: спиртов, гидросульфита натрия, синильной кислоты и магнийорганических соединений. Реакции конденсации с аминами (имины), гидроксиламином (оксимы), гидразином (гидразоны), фенилгидразином (фенилгидразоны). Окисление альдегидов и кетонов (правило Попова).

Карбоновые кислоты. Классификация карбоновых кислот по основности, насыщенности, наличию других функциональных групп. Гомологический ряд предельных одноосновных карбоновых кислот, их изомерия и номенклатура. Получение карбоновых кислот окислением спиртов, альдегидов, через магнийорганические соединения, гидролизом функциональных производных карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды, ангидриды, сложные эфиры, нитрилы и амиды. Их взаимопревращения и способность к ацилированию. Природные соединения - функциональные производные карбоновых кислот: воски, липиды, компоненты эфирных масел.

Дикарбоновые кислоты. Щавелевая, малоновая, янтарная и глутаровая кислоты. Особенности химического поведения дикарбоновых кислот.

Нитросоединения. Номенклатура и классификация. Способы получения нитросоединений: нитрование углеводородов (радикальное и электрофильное замещение),

обмен атома галогена на нитро-группу, окисление аминов. Электронное строение нитро-группы и ее акцепторный характер. Химические свойства: восстановление в кислой, нейтральной и щелочной средах.

Амины. Классификация, номенклатура. Основные методы получения. Электронное строение амино-группы, зависимость от природы радикалов, связанных с атомом азота. Пространственное строение аминов. Физические свойства, их связь со способностью аминов к образованию водородных связей. Химические свойства. Основность и кислотность аминов. Взаимодействие с электрофильными реагентами: алкилирование, гидроксиалкилирование, ацилирование; взаимодействие с азотистой кислотой. Окисление алифатических и ароматических аминов. Четвертичные аммониевые соли: получение из третичных аминов и алкилгалогенидов.

Свойства ароматических аминов. Реакции алкилирования и сульфирования ароматических аминов, сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты. Ацильная защита амино-группы. Важнейшие представители ароматических моно- и диаминов, основные пути их использования.

Гидроксикислоты. Номенклатура и классификация. Общие методы синтеза. Синтез β -гидроксикислот по реакции Реформатского. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот. Гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Химические свойства. Реакции дегидратации и зависимость результата от взаимного расположения карбоксильной и гидроксильной групп.

Ароматические гидроксикислоты. Получение простых и сложных эфиров. Салициловая кислота, аспирин, салол.

Углеводы. Классификация, строение, номенклатура. Оптическая изомерия глицеринового альдегида. Оксо-цикльонная таутомерия. Полуацетали фуранозного и пиранозного типа. Тетрозы. Пентозы. Гексозы.

Моносахариды. Генетический ряд сахаров, альдозы и кетозы, пентозы и гексозы, взаимные переходы между ними. Переходы моноз от высших к низшим и обратно. Общие и специфические свойства альдоз и кетоз, пентоз и гексоз. Открытые формы Фишера и циклические Колли-Толленса, их графическое изображение по Фишеру и Хеуорсу. Гликозидный гидроксил и гликозидная связь; аномеры и аномерный эффект. Эпимеры и эпимеризация. Установление строения и конфигурации моноз. Отдельные представители моноз - дезоксирибоза, рибоза, арабиноза, ксилоза, глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза. Виды брожения сахаров.

Дисахариды. Классификация: невосстанавливающие (трегалоза, сахароза) и восстанавливающие (мальтоза, целлобиоза, лактоза) биозы. Доказательство их строения, типы связей моносахаридных остатков.

Полисахариды. Пентозаны (гемицеллюлоза), гексозаны (крахмал, гликоген, целлюлоза), их строение и свойства. Пути рационального использования полисахаридов. Целлюлозная промышленность и химия клетчатки. Искусственное волокно.

Аминокислоты. Номенклатура и классификация. Структурные типы природных α -аминокислот. Синтезы из карбонильных соединений через циангидрины; галоген- и кетокислотных кислот. Методы синтеза β -аминокислот, основанные на реакциях непредельных и дикислотных кислот. Кисотно-основные свойства аминокислот и зависимость их строения от pH среды. Изоэлектрическая точка. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины. Взаимодействие с азотистой кислотой. Превращения, протекающие при нагревании аминокислот, и зависимость их результатов

от взаимного расположения двух функциональных групп. Представление о пептидном синтезе. Капролактамы и его техническое значение. Антраниловая и п-аминобензойная кислоты: методы получения, свойства и пути использования.

Белки. Состав белков, их физические и химические особенности, типичные реакции. Пептиды. Геометрия пептидной связи. Гидролиз белков. Вторичная и третичная структура белков.

Ароматические гетероциклические соединения. Классификация гетероциклических соединений и их номенклатура.

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол. Сравнительная характеристика химических свойств фурана, тиофена, пиррола и бензола. Реакции гидрирования и окисления. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина. Индол и его производные.

Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла. Хинолин и его простейшие производные. Окисление хинолина. Сходство и различие химических свойств пиридина и хинолина. Изохинолин. Представление о природных соединениях, лекарственных средствах и красителях - производных пиридина.

Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Сходство и различие химических свойств пиридина и пиримидина. Пиримидиновые и пуриновые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот. Представление о структуре нуклеиновых кислот.

Раздел III. Фонд оценочных средств

3.1. Инструкция по выполнению работы

Время проведения экзамена 60 минут.

В экзаменационном билете, содержащем 3 вопроса, каждый вопрос оценивается в 25 баллов. Ответ на дополнительные вопросы по тематике билета также оценивается в 25 баллов.

Правильный и полный ответ на вопрос содержит следующие элементы:

- правильная формулировка химических терминов и понятий;
- правильное представление химических формул и уравнений химических реакций;
- правильное изложение основных законов в химии;
- логическое и последовательное изложение теоретического материала;
- подтверждение теоретических положений конкретными примерами.

Правильное выполнение каждого из указанных элементов оценивается в 5 баллов.

Результаты сдачи вступительного экзамена по химии оцениваются по 100-бальной системе:

- 86-100 баллов – ответы на все вопросы билета на очень хорошем и отличном уровне, свободное владение теоретическими и практическими базовыми знаниями в области химии;
- 71-85 баллов – ответы на все вопросы билета на хорошем уровне свободное владение теоретическими и практическими базовыми знаниями в области химии; владение основными ключевыми моментами теории и практики в области химии;;
- 41-70 баллов – удовлетворительные ответы на вопросы билета, фрагментарное владение основами теории и практики в области химии;

Минимальный уровень знаний соответствует 40 баллам. Абитуриенты, не преодолевшие минимальный порог в 40 баллов, выбывают из конкурса.

3.2. Образцы заданий вступительных испытаний

Билет № 1

1. Строение атома. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева.
2. Алканы. Номенклатура. Особенности электронного и пространственного строения соединений данного класса. Виды изомерии. Закономерности изменения физических и химических свойств в гомологическом ряду.
3. Ароматические гетероциклические соединения. Классификация гетероциклических соединений и их номенклатура.

Билет № 2

1. Межмолекулярные взаимодействия. Природа и типы. Водородная связь.
2. Алканы. Закономерности изменения физических и химических свойств в гомологическом ряду.
3. Состав белков, их физические и химические особенности, типичные реакции. Структура белков.

Билет № 3

1. Периодический закон. Периодическая система элементов. Причина периодичности свойств простых веществ и их соединений.
2. Реакционная способность органических соединений.
3. Ароматические гетероциклические соединения. Сравнительная характеристика химических свойств фурана, тιοфена, пиррола и бензола.

Билет № 4

1. Постулаты Бора. Модель атома по Бору.
2. Скорость реакции в гомогенных и гетерогенных системах. Факторы, влияющие на скорость реакции.
3. Оксиды. Характер химических связей в оксидах. Сложные оксиды. Классификация оксидов, отношение к воде, кислотам, щелочам.

Билет № 5

1. Протолитическая теория кислот и оснований Константа диссоциации. Кислотно-основные свойства растворителей..
2. Карбоновые кислоты и их функциональные производные (соли, сложные эфиры, ангидриды, амиды).
3. Физические и химические методы исследования структуры молекул, их возможности на современном этапе развития науки.

Билет № 6

1. Комплексообразование. Общие представления. Значение комплексных соединений. Факторы, определяющие устойчивость комплексных соединений..
2. Окислительно-восстановительные реакции в качественном анализе.
3. Кислотно-основное титрование слабых кислот и оснований.

Раздел IV. Список литературы

Основная литература

1. Глинка Н.Л. *Общая химия: учебное пособие*. / Н.Л. Глинка. – М.: КНОРУС. – 2010. – 746.
2. Глинка, Н. Л. *Общая химия : учебник для бакалавров* / Н. Л. Глинка. – М.: Издательство Юрайт, 2013. — 898 с.
3. Суворов, А. В. *Общая и неорганическая химия в 2 т.* / А. В. Суворов, А.Б. Никольский. – М.: Издательство Юрайт. – 2017. – 292 с.
4. Ахметов Н.С. *Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс] : учебник.* – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2014. – 752 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50684
5. *Основы аналитической химии : в 2 томах: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям* / под ред. акад. Ю. А. Золотова . - М.: Академия, 2014.-Т.1 - 390 с., Т.2 - 409 с.
6. Реутов, О.А. *Органическая химия: В 4 ч.. Учебное пособие для вузов* / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2004-2017.
7. Реутов, О.А. *Органическая химия. В 4 ч. Часть 1 [Электронный ресурс] : учеб.* / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - Электрон. дан. – М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 570 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94167>
8. Реутов, О.А. *Органическая химия. В 4 ч. Часть 2 [Электронный ресурс] : учеб.* / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - Электрон. дан. – М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 626 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94168>
9. Реутов, О.А. *Органическая химия. В 4 ч. Часть 3 [Электронный ресурс] : учеб.* / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - Электрон. дан.- М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 547 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94166>
10. Реутов, О.А. *Органическая химия : в 4 ч. Ч. 4 [Электронный ресурс] : учеб.* / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. ? Электрон. дан. - М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2016. - 729 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84139>
11. Травень, В.Ф. *Органическая химия: в 2 т./ В.Ф.Травень* – М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. – 401 с.

Дополнительная литература

1. Павлов Н.Н. *Общая и неорганическая химия. [Электронный ресурс]* - Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 496 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4034
2. Свердлова Н.Д. *Общая и неорганическая химия: экспериментальные задачи и упражнения. [Электронный ресурс]* - Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 352 с.Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=13007
3. Боровлев, И.В. *Органическая химия: термины и основные реакции [Электронный ресурс] : учебное пособие* / И.В. Боровлев. - Электрон. дан. – М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. - 362 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70742>

4. Юровская, М.А. Основы органической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Юровская, А.В. Куркин. - Электрон. дан. – М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. - 239 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66365>