

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по образовательной  
деятельности по организации приёма и  
довузовскому образованию  
Е.С. Авраменко  
2021 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ**

<b>Перечень сведений о программе вступительных экзаменов в магистратуру</b>	<b>Учётные данные</b>
<b>Направление подготовки</b> 18.04.01 – Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 18.04.01
<b>Образовательная программа</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Химическая технология природных энергоносителей, продуктов нефтехимии и полимеров;</li><li>Химическая технология материалов электроники, сенсорной аналитики и неорганических веществ;</li><li>Электрохимический синтез материалов и защита от коррозии;</li><li>Технология высокотемпературных неметаллических конструкционных и функциональных изделий и наноматериалов;</li><li>Управление экологической безопасностью радиохимических технологий;</li><li>Технологии редких и редкоземельных элементов</li></ul>	<b>Коды всех ОП</b> 18.04.01/33.03  18.04.01/33.04  18.04.01/33.05  18.04.01/33.07  18.04.01/33.08  18.04.01/33.10
<b>Уровень подготовки</b>	Магистр
<b>СУОС УрФУ в области образования</b> 02 ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО, ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	<b>Утвержден приказом ректора УрФУ</b> № 832/03 от 13.10.2020

**Программа вступительных испытаний в магистратуру составлена авторами:**

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра / департамент
1	Безматерных Максим Алексеевич	к.х.н. доцент	доцент	кафедра Технологии органического синтеза ХТИ

**Программа утверждена:**

**Учебно-методическим советом Химико-технологического института**

Протокол № 4 от 08.04.2021 г.

Председатель УМС ХТИ



А.Б. Даринцева

Директор Химико-технологического института



М.В. Вараксин

**АННОТАЦИЯ:**

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС УрФУ в области образования, предъявляемыми к подготовке поступающих в магистратуру по направлению 18.04.01 – Химическая технология

Экзамен является четырехкомпонентным, проводится в тестовой форме в соответствии с требованиями Приказа ректора УрФУ № 221/03 от 07.03.2019 г. «О вступительных испытаниях по программам магистратуры».

**Цель вступительных испытаний** – обеспечить лицам, претендующим на поступление в УрФУ для освоения образовательной программы магистратуры, равные условия, вне зависимости от предыдущего документа о высшем образовании.

**Задача вступительных испытаний** состоит в том, чтобы выявить наличие готовности поступающего к обучению в магистратуре в части сформированности информационно-коммуникативной компетенции не ниже базового уровня и знания основного содержания профильных дисциплин.

**СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ ПО  
НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
18.04.01 – Химическая технология**

**1. Структура содержания вступительного испытания включает 4 раздела**

	Раздел	Форма, время	Баллы
1.	<p>Выявление уровня сформированности коммуникативной компетенции на русском языке. Для решения предлагаются задания <b>базового уровня сложности (уровень Threshold по шкале Совета Европы). Базовый уровень</b> обеспечивает владение языком для решения минимального числа коммуникативных задач, достаточных для ограниченного профессионального общения в стандартных ситуациях.</p> <p><b>Тип заданий:</b> ответы на вопросы к научному тексту (ответы в виде слов//словосочетаний //предложений // чисел предлагается скопировать из научного текста объемом 2-3 страницы А-4).</p>	<p>Компьютерное тестирование</p> <p>15 минут</p>	0 - 20
2.	<p>Выявление уровня сформированности коммуникативной компетенции на иностранном языке. Для решения предлагаются задания <b>базового уровня сложности (уровень basic A2 по Общеввропейской шкале CEFR). Задания проверяют</b> способность в написанном тексте улавливать основное содержание, детали, отношения, сюжетные линии.</p> <p><b>Тип заданий:</b> ответы на вопросы к тексту общекультурного содержания (задания с выбором одного правильного ответа из трех предложенных).</p>	<p>Компьютерное тестирование</p> <p>15 минут</p>	0 - 10
3.	<p>Полидисциплинарный тест по базовым дисциплинам</p> <p>От 10 до 20 заданий на знание/узнавание важнейших понятий, законов, концепций, содержащихся в базовых дисциплинах, решение стандартных задач по дисциплинам <b>Общая химия и Химия элементов.</b></p> <p>Типы тестовых заданий: задания с выбором ответа, задания на установление соответствия.</p>	<p>Компьютерное тестирование</p> <p>30 минут</p>	0 - 20 баллов
4.	<p>Полидисциплинарный тест по профильным дисциплинам.</p> <p>До 50 заданий на знание фундаментальных понятий, законов, концепций, решение стандартных задач Химической технологии (дисциплины: Органическая химия, Физическая химия, Аналитическая химия и физико-химические методы анализа, Процессы и аппараты химической технологии).</p> <p><b>Типы тестовых заданий:</b> задания с выбором ответа, задания на установление соответствия.</p>	<p>Компьютерное тестирование</p> <p>60 минут</p>	0 - 50
	<b>Максимальный итоговый балл</b>		<b>100</b>

## 2. СОДЕРЖАНИЕ тестирования, выявляющего наличие развитой коммуникативной компетенции на русском языке

Прочитайте выдержки из статьи О.О. Смолиной "Способы повышения экоустойчивости урбанизированных территорий" и выполните задания

### Способы повышения экоустойчивости урбанизированных территорий О.О. Смолина

**Аннотация.** (А) В статье предложены два способа повышения экоустойчивости городских территорий. (Б) Первый способ: создание наиболее благоприятных условий для произрастания элементов озеленения, второй – использование бионических малых архитектурных форм (и/или элементов городской среды) – объектов арборскультуры на территории застройки. (В) Первый способ нацелен на грамотное проектирование дендрологического плана земельного участка, поэтапное составление которого должно производиться с учетом следующих аспектов: экологического паспорта, аллелопатии, фитопатологии древесных растений, сводного плана инженерных сетей, схемы вертикальной планировки территорий, планировочной структуры и функциональной организации территории застройки. (Г) Основные положения первого способа повышения экоустойчивости территории вошли в научно-практические рекомендации.

**Ключевые слова:** экоустойчивость, озеленение, древесные растения, арборскультура, экологический паспорт, аллелопатия.

1. В условиях все возрастающей урбанизации и индустриализации возникает необходимость сохранения, поддержания и охраны природных ландшафтов, зеленых массивов и рекреационных зон. В связи с современными тенденциями стратегическое развитие территорий и поселений планируется проводить в ракурсе экоустойчивости. «Экоустойчивость» - это повышение социотехноэффективности ресурсопользования при эксплуатации урбанизированных территорий. Экоустойчивый анализ территории, в разрезе наполнения антропогенного ландшафта элементами «живой» среды, выявляет несколько выраженных векторов гуманизационной организации городского пространства, таких как сохранение флоры и фауны; охрана природного комплекса ради самой природы; обеспечение экологически безопасного развития общества относительно окружающей природной среды [1].
2. Для создания экологической устойчивости среды жизнедеятельности человека крайне важно рассмотреть способы учета интересов других живых видов и всей планеты в целом. Речь идет о недопустимости жестокой эксплуатации земли, уничтожении лесов, уничтожении мест обитания животных, развитии экономики и промышленности, изменяющей климат планеты. Целью нашего исследования является изучение способов озеленения городских территорий для разработки рекомендаций по устройству устойчивой, здоровой и социально ориентированной среды полноценной жизни человека в городе.
3. Первый способ повышения экоустойчивости территории застройки – создание наиболее благоприятных условий для произрастания элементов озеленения. При проектировании различных способов озеленения улиц (рядовая групповая посадка; зеленые островки регулирования движения транспорта и пешеходов; палисадники, аллеи, скверы, «карманные парки»; зеленые разделительные полосы; зеленые технические коридоры) нужно учитывать экологический паспорт, фитопатологию и аллелопатию каждого запроектированного элемента озеленения на дендрологическом плане земельного участка.

- 3.1. Экологический паспорт растений включает в себя данные о темпах роста, требований к почве, влажности и инсоляции территории, а также содержит сведения о газоустойчивости растений и др.
- ...После проведения анализа инженерных изысканий необходимо из существующего ассортимента древесных растений регионов России подобрать те виды, у которых требования к месту произрастания приближенно совпадают с градостроительными особенностями территории застройки.
- 3.2. Фитопатология древесных растений подробно рассмотрена доктором биологических наук, профессором И.И. Минкевичем. Рекомендуется в случае обнаружения заболевания у древесных и/или кустарниковых пород своевременно производить их лечение, посредством введения лекарственных препаратов через корни, надземные органы или инъекции в ствол. Для повышения устойчивости древесных растений к грибным болезням необходимо использовать биологически активные вещества – подкормку древесных растений [4].
- 3.3. «Аллелопатическое взаимодействие растений друг на друга можно подразделить на химическое и физическое. Под физическим взаимодействием подразумевается создание определенного микроклимата, когда более высокие растения создают частичное затенение и повышенную влажность для растений нижнего яруса. Химическое взаимодействие сводится к тому, что надземные части растений могут выделять пахучие вещества, отпугивающие вредителей, а корневые системы выделяют различные органические вещества, среди которых есть витамины, сахара, органические кислоты, ферменты, гормоны, фенольные соединения...» [5].
4. На этапе планировки территории следует изучить сводный план инженерных сетей, схему вертикальной застройки и функциональную организацию территории застройки. При посадке деревьев в зонах действия теплотрасс рекомендуется учитывать фактор прогревания почвы в обе стороны от оси теплотрассы. Для зоны интенсивного прогревания – до 2 м, среднего – 2-6, слабого – 6-10 м потребуются разные решения о выборе растений. У теплотрасс не рекомендуется размещать липу, клен, сирень, жимолость – ближе 2 м; тополь, боярышник, кизильник, дерен, лиственницу, березу – ближе 3-4 м [7]. Кроме того, вблизи элементов озеленения необходимо выполнять ограждающую конструкцию или высаживать древесные растения на подпорных стенках (для защиты от вандализма, повреждений уборочной техникой).
5. Вторым способом повышения экологической устойчивости является внедрение на территорию застройки бионических элементов благоустройства – объектов арборскульптуры. Арборскульптура – это искусство формирования из древесных растений различных архитектурно-художественных форм. Наблюдается активное выращивание бионических малых архитектурных форм за рубежом, а также возрастающий отечественный интерес к данному виду искусства [8]. Арборскульптурные объекты – это объекты живой природы, внедрение которых в городскую среду в качестве элементов бионического благоустройства способствует улучшению экологической обстановки на микро-, мезо- и, в перспективе, на макроуровне. Для повышения экологической устойчивости урбанизированных территорий необходимо создавать наиболее благоприятные условия для произрастания древесно-кустарниковых пород, а также внедрять объекты арборскульптуры на территории городской застройки.

### ***Литература***

1. Мурашко О.О. Технические приемы формирования объектов арборскульптуры // Вестн. ТГАСУ. 2015. № 3. С. 34-45.
4. Минкевич И.И., Дорофеева Т.Б., Ковязин В.Ф. Фитопатология. Болезни древесных растений и кустарниковых пород. СПб.: Лань, 2011. 158 с.

5. Чекалина Н.В., Белова Т.А., Буданова Л.А., Березуцкая Т.В., Экспериментальное изучение аллелопатических взаимовлияний на ранних стадиях развития растений // Материалы I междунар. науч.-практ. конф. Белгород, 2015. Ч. I. С. 120-122.
7. Авдоткин Л.Н., Лежава И.Г. Градостроительное проектирование. М.: Архитектура С, 2013. 589 с.
8. Gale B. The potential of living willow structures in the landscape. Title of dissertation. Master's thesis. State University of New York College of Environmental Science and Forestry Syracuse. New York, 2011. 54 p.

О.О. Смолина. Способы повышения экоустойчивости урбанизированных территорий // Известия вузов. Строительство. 2017. № 11-12.

#### Задания

- Прочитайте аннотацию. На место пробела в данном ниже утверждении вставьте буквенное обозначение соответствующего предложения.

В утверждении, обозначенном в аннотации буквой  , автор указывает на практическую значимость своего исследования для специалистов по озеленению городских территорий.

- Установите соответствие тематики порядку расположения материала в статье.

Цель исследования

Проблема, требующая исследования

Учет особенностей территории

Способы практического применения результатов исследования

- Внесите на место пропуска в данном ниже утверждении найденное в тексте статьи ключевое слово.

В статье О.О.Смолиной рассмотрены не только перечисленные ею ключевые слова, но и понятие, не включенное в соответствующий раздел. В 5-ом абзаце текста речь ведется о внедрении элементов благоустройства и выращивании малых архитектурных форм, названных ключевым словом .

- Вернитесь к тексту абзаца 3.3. Заполните пропуск в тексте нашего утверждения ситуативно уместным словом.

Примером неблагоприятного аллелопатического взаимодействия растений является посадка березы рядом с растущими кустарниками, поскольку ее мощная корневая система потребляет много воды и обделяет в этом плане другие расположенные по соседству посадки. Этот тип аллелопатического взаимодействия растений друг на друга следует отнести к  , а не к  влиянию.

- Рассмотрите текст 4-ого абзаца. Вставьте на месте пропуска в данном ниже утверждении название публикации, на которую ссылается автор статьи.

Рекомендации по размещению деревьев и кустарников в зонах действия теплотрасс заимствованы О.О.Смолиной из монографии Л.Н. Авдоткина и И.Г. Лежавы .

- В тексте абзацев 3.1 – 3.3 найдите слово, обозначающее науку о лечении объектов растительного происхождения. Вставьте это слово в текст нашего утверждения.

Наука  изучает болезни деревьев, кустарников и других зеленых насаждений.

- Выберите правильный ответ из предложенных ниже вариантов

При составлении плана озеленения территории городской застройки О.О.Смолина предлагает проектировать зеленые массивы и рекреационные зоны. Но составление

- графика подкормки насаждений
- экологического паспорта растений
- перечня древесно-кустарниковых пород с учетом их воздействия друг на друга
- схемы расположения инженерных сетей

в число объектов планирования специалиста по озеленению НЕ входит.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ тестирования, выявляющего наличие развитой коммуникативной компетенции на иностранном языке

Read the article about a man who opened a restaurant, and choose the best variant in each gap.

#### OPENING A RESTAURANT

Twelve months ago Robin Parker left his job at an insurance company. He now runs a restaurant which is doing very well since it opened four months ago.

Opening a restaurant was a big change for Robin. He loves travelling and all his favourite television programmes are about cooking. One day, he read in a newspaper about a doctor who left her job and moved to Italy to start a restaurant. He thought, "I can do that!" His wife wasn't very happy about the idea, and neither was his father. But his brother, a bank manager, gave him lots of good ideas.

Robin lived in Oxford and had a job in London. He thought both places would be difficult to open a restaurant in, so he chose Manchester because he knew the city from his years at university. He found an empty building in a beautiful old street. It was old and needed a lot of repairs, but all the other buildings were expensive and he didn't have much money.

Robin loves his new work. It's difficult being the boss, but he has found an excellent chef. He says he enjoys talking to customers and some of them have become his good friends. He gets up at 6pm and often goes to bed after midnight. It's a long day but he only starts to feel really tired when he takes time off at the weekends.

Robin's restaurant is doing so well that he could take a long holiday. But he's busy with his new idea to open a supermarket selling food from around the world. He's already found a building near his restaurant.

1. Robin decided to open a restaurant after he  ▾
2. Who helped Robin open his restaurant?  ▾
3. Where is Robin's restaurant?  ▾
4. Robin chose the building his restaurant is in because  ▾
5. Robin likes  ▾
6. Robin feels most tired  ▾
7. Next, Robin wants to  ▾

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ полидисциплинарного теста по базовым дисциплинам: «Общая химия», «Химия элементов»**

##### **4.1. Основные разделы и темы:**

- Способы выражения концентрации растворов.
- Общие свойства растворов.
- Массовая доля растворенного вещества.
- Молярная концентрация растворенного вещества.
- Электролитическая диссоциация.
- Электролиты и неэлектролиты.
- Сильные и слабые электролиты.
- Электролитическая диссоциация.
- Теория электролитической диссоциации.
- Константа диссоциации.
- Реакции в растворах электролитов.
- Форма записи веществ в ионных уравнениях.
- Условия протекания реакций ионного обмена.
- Выбор реагента для превращения.
- Составление ионных уравнений.
- Подбор реагентов по заданному ионному уравнению.
- Составление ионных уравнений реакций, подбор коэффициентов.
- Гидролиз Ионное произведение воды. Водородный показатель. Гидролиз солей. Константа и степень гидролиза. Влияние температуры и концентрации на степень гидролиза. Смещение равновесия гидролиза. Формы гидролиза: простой, ступенчатый, полный.
- Ионное произведение воды. рН.
- Определение среды в растворе соли.
- Совместный гидролиз солей.
- Степень гидролиза солей.
- Окислительно-восстановительные реакции. Природа окислительно-восстановительных процессов.
- Степень окисления.
- Окислители и восстановители. Основные типы окислительно-восстановительных реакций.
- Составление уравнений полуреакций.
- Составление уравнений ОВР.
- Принцип электронного баланса. Влияние концентрации, температуры и среды на протекание окислительно-восстановительных реакций.
- Коррозия.
- Гальванокоррозия.
- Определение продуктов гальванокоррозии.
- Протекторная защита.

##### **4.2. Рекомендуемая литература:**

1. Глинка Н.Л. Общая химия: [учеб. пособие для нехим. спец. вузов] / Н.Л. Глинка. - М.: КНОРУС, 2010. 746 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия: учебник для вузов / Н.Л. Глинка. - М.: Юрайт, 2011. 898 с.
3. Хаханина Т.И. Неорганическая химия: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. специальностям / Т.И. Хаханина, Н.Г. Никитина, В.И. Гребенькова. - Москва: Юрайт, 2010. - 288 с.
4. Будяк Е.В. Общая химия: учеб.-метод. пособие / Е.В. Будяк . - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011. 384 с.



5. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия: Учеб. для вузов / Я.А. Угай. - СПб. [и др.]: Лань, 2011. 527 с.
6. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия: учеб. для технол. и хим.-технол. направлений подгот. бакалавров и магистров / Н.Н. Павлов . - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар: Лань, 2011. 496 с.
7. Бережной А.И. Химия: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. направлениям и специальностям / А.И. Бережной, И.В. Росин, Л.Д. Томина. - М.: Высшая школа, 2005. - 191 с.
8. Гельфман М.И. Химия: Учебник для студентов вузов, обучающихся по техн. специальностям и направлениям / М.И. Гельфман, В.П. Юстратов. - 3-е изд., стер. - СПб. ; М.: Краснодар: Лань, 2003. - 480 с.
9. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов / Н.С. Ахметов. - М.: Высшая школа, 2009. 742 с.
10. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: Учебник для студентов хим.-технол. специальностей вузов / Н.С. Ахметов. - 5-е изд., испр. М.: Высшая школа, 2003. 743 с.
11. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов / Н.С. Ахметов. - М.: Высшая школа, 2005. 743 с.
12. Глинка Н.Л. Общая химия: [учеб. пособие для вузов] / Н.Л. Глинка ; под ред. А.И. Ермакова. - Изд. 30-е, испр. - М.: Интеграл-Пресс, 2003. - 728 с.
13. Глинка Н.Л. Общая химия: [учеб. пособие] / Н.Л. Глинка. - 30-е изд. - Москва: КНОРУС, 2009. - 752 с.
14. Глинка Н.Л. Общая химия: [учеб. пособие для вузов] / Н.Л. Глинка ; под ред. А.И. Ермакова. - Изд. 30-е, испр. - Москва: Интеграл-Пресс, 2009. - 728 с.
15. Алексашин Ю.В. Общая химия: учеб. пособие / Ю.В. Алексашин, И.Е. Шпак. - М.: Дашков и К°, 2009. - 256 с
16. Коровин Н.В. Общая химия: Учебник для вузов / Н.В. Коровин. - 3-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2002. - 558 с
17. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Полиграфия", "Металлургия", "Технология изделий текстил. и легкой пром-сти", "Материаловедение и технология новых материалов", "Технология продуктов питания", "Защита окружающей среды" / Н.Н. Павлов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Дрофа, 2002. - 448 с.
18. Барагузина В.В. Общая и неорганическая химия: учеб. пособие / В.В. Барагузина, И.В. Богомолова, Е.В. Федоренко. - М.: РИОР, 2006. - 272 с.
19. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия: Учеб. пособие для вузов / Я.А. Угай. - М.: Высшая школа, 2002. 527 с.
20. Неорганическая химия: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия" : в 3 т. Т. 3, кн. 2: Химия переходных элементов / [А.А. Дроздов и др.] / под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: Академия, 2007. - 400 с.
21. Новиков Г.И. Общая и экспериментальная химия: учеб. пособие для хим. и хим.-технол. вузов / Н.Г. Новиков, И.М. Жарский. Минск: Современная школа, 2007. 832 с.

#### **4.3. Методические разработки:**

1. Габдуллин А.Н., Печерских Е.Г., Никитина Е.В. Химия: учебное пособие/ А.Н. Габдуллин, Е.Г. Печерских, Е.В. Никитина. Екатеринбург: УрФУ, 2013 – 70 с.
2. Пантюхина М.И., Неволина О.А., Никоненко Е.А., Бабушкина Л.М. Общая химия: учебно-методическое пособие/ М.И. Пантюхина, О.А. Неволина, Е.А. Никоненко, Л.М. Бабушкина Екатеринбург: УрФУ, 2013 – 92 с.
3. Аскарова Л.Х. Химия: учебное пособие/ Л.Х. Аскарова Екатеринбург: УрФУ, 2013. 80 с.

4. Никоненко Е.А., Колесникова М.П., Шопперт Н.В. Химия: учебно-методическое пособие / Е.А. Никоненко, М.П. Колесникова, Н.В. Шопперт Екатеринбург: УрФУ, 2013. 108 с.
5. Вайтнер В.В. Химия: учебное пособие/ В.В. Вайтнер Екатеринбург: УрФУ, 2013. 92 с.
6. Никоненко Е.А., Колесникова М.П., Шопперт Н.В. Химия: учебное пособие/ Е.А. Никоненко, М.П. Колесникова, Н.В. Шопперт Екатеринбург: УрФУ, 2010 – 125 с.
7. Никоненко Е.А., Вайтнер В.В. Химия: учебное пособие/ Е.А. Никоненко, В.В. Вайтнер Екатеринбург: УрФУ, 2008 – 83 с.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ полидисциплинарного теста по профильным дисциплинам

### 5.1. Органическая химия

#### 5.1.1. Основные разделы и темы:

- Электронные представления о природе связей. Типы связей в органической химии. Гибридизация атомов углерода и азота. Электронные эффекты. Электроотрицательность атомов и групп.
- Классификация реакций и реагентов в органической химии по характеру превращений, способу разрыва связи в исходной молекуле.
- Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Механизмы  $S_N1$  и  $S_N2$ , смешанный ионно-парный механизм.
- Нуклеофильное замещение при кратной углерод-углеродной связи и в ароматическом ядре. Типичные механизмы нуклеофильного замещения у  $sp^2$ -гибридного атома углерода.
- Электрофильное замещение у атома углерода. Механизмы замещения  $S_E1$ ,  $S_E2$ ,  $S_Ei$ . Нуклеофильный катализ электрофильного замещения. Влияние структуры субстрата и эффектов среды на скорость и направление реакций. Замещение у олефинового атома углерода и в ароматическом кольце.
- Реакции элиминирования (отщепления). Механизмы гетеролитического элиминирования  $E1$  и  $E2$ . Стереoeлектронные требования и стереоспецифичность при  $E2$ -элиминировании.
- Присоединение по кратным углерод-углеродным связям. Электрофильное присоединение. Сильные и слабые электрофилы, механизм и стереохимия присоединения. Механизм процесса. Влияние структуры нуклеофила и субстрата и эффектов среды на скорость и направление реакции.
- Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе: присоединение оснований, включая карбанионы, металлорганические соединения. Кислотный и основной катализ присоединения. Енолизация альдегидов и кетонов. Механизм этерификации кислот и получение ацеталей. Конденсации карбонильных соединений, карбоновых кислот и их производных. Нуклеофильное присоединение к альд- и кетиминам и карбоний-иммониевым ионам (реакция Манниха).
- Радикальные и ион-радикальные реакции присоединения, замещения и элиминирования. Цепные радикальные реакции. Полимеризация, теломеризация, реакции автоокисления. Ингибиторы, инициаторы и промоторы цепных реакций.
- Алканы. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литийдиалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот (Кольбе), восстановление карбонильных соединений. Реакции алканов: галогенирование, сульфохлорирование.
- Алкены. Методы синтеза: элиминирование галогеноводородов из алкилгалогенидов, воды из спиртов. Реакции алкенов: электрофильное присоединение галогенов, галогеноводородов, воды.
- Алкины. Реакции алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (Кучеров). Ацетилен-алленовая изомеризация.

- Спирты и простые эфиры. Методы синтеза одноатомных спиртов: из алкенов, карбонильных соединений, сложных эфиров и карбоновых кислот. Реакции одноатомных спиртов: замещение гидроксильной группы на галоген, образование соли оксония, образование сложных эфиров (реакция этерификации), дегидратация (получение алкенов и простых эфиров), окисление спиртов.
- Методы получения альдегидов и кетонов: из спиртов, производных карбоновых кислот, алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование), на основе металлорганических соединений.
- Методы синтеза кислот: окисление первичных спиртов и альдегидов, алкенов, алкинов, алкилбензолов, гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот, синтез на основе металлорганических соединений, синтеза на основе малонового эфира.
- Реакции производных карбоновых кислот: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, металлорганические соединения).
- Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Влияние заместителей в бензольном кольце на скорость и направление электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация.
- Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных.
- Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм галогенирования аренов и их производных.
- Сульфирование. Сульфлирующие агенты. Кинетический и термодинамический контроль реакции (сульфирование фенола и нафталина). Превращение сульфогруппы.
- Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Полиалкилирование. Побочные процессы: изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Синтез диарил- и триарилметанов.

### 5.1.2 Литература для подготовки:

1. Травень, В.Ф. Органическая химия. В 3 т. Т. 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Травень. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 401 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84108>. — Загл. с экрана.
2. Травень, В.Ф. Органическая химия. В 3 ч. Т. 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Травень. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 550 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84109>. — Загл. с экрана.
3. Травень, В.Ф. Органическая химия. В 3 т. Т. 3 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Травень. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 391 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84110>. — Загл. с экрана.
4. Органическая химия : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Фармация". Кн. 1. Основной курс / [В. Л. Белобородов, С. Э. Зурабян, А. П. Лузин, Н. А. Тюкавкина] ; под ред. Н. А. Тюкавкиной .— 3-е изд., стер. — Москва : Дрофа, 2004 .— 640 с. : ил. ; 24 см .— (Высшее образование, Современный учебник) .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Предм., имен. указ.: с. 606-633. — Допущено в качестве учебника .— ISBN 5-7107-8724-8.
5. Органическая химия : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Фармация" по дисциплине "Органическая химия" / [Н. А. Тюкавкина, В. Л. Белобородов, С. Э. Зурабян и др.] ; под ред. Н. А. Тюкавкиной .— Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015 .— 640 с. : ил. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Предм. указ.: с. 608-639 .— ISBN 978-5-9704-3292-1.
6. Грандберг И.И., Нам Н.Л. Органическая химия. М.: Юрайт-Издат, 2012.

7. Грандберг И.И. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по агроном. специальностям / И. И. Грандберг .— 4-е изд., перераб. и доп .— Москва : Дрофа, 2001 .— 672 с. : ил. ; 22 см .— (Высшее образование) .— Библиогр. в примеч .— Предм. указ.: с. 654-665. — ISBN 5710739545 : 97.20.
8. Юровская М.А., Куркин А.В. Основы органической химии. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.
9. Юровская, М.А. Основы органической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Юровская, А.В. Куркин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 239 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66365>. — Загл. с экрана.
10. Березин, Д.Б. Базовый курс органической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.Б. Березин, О.В. Шухто, С.А. Сырбу. — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ, 2011. — 168 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4523>. — Загл. с экрана.
11. Шабаров, Ю.С. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебник / Ю.С. Шабаров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 848 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4037>. — Загл. с экрана.
12. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4 частях. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012
13. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебник / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 570 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94167>. — Загл. с экрана.
14. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебник / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 626 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94168>. — Загл. с экрана.
15. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 3 [Электронный ресурс] : учебник / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 547 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94166>. — Загл. с экрана.
16. Реутов, О.А. Органическая химия : в 4 ч. Ч. 4 [Электронный ресурс] : учебник / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 729 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84139>. — Загл. с экрана.
17. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. «Органическая химия». СПб: Иван Федоров, 2002.
18. Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии. М.: Дрофа, 2001. – 352 с.
19. Марч Дж. Органическая химия. Реакции, механизмы и структура: учебник. М.: Мир, 1987.
20. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1990. - 751с.

## **5.2. Физическая химия**

### **5.2.1. Основные разделы и темы**

- Теоретические методы физической химии. Виды систем. Интенсивные и экстенсивные свойства. Классификация состояний системы. Термодинамические процессы. Энтальпия. Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Второй закон термодинамики. Энтропия. Расчет изменения энтропии. Постулат Планка.
- Термодинамические функции. Энергия Гельмгольца, энергия Гиббса. Характеристические функции. Уравнение Гиббса – Гельмгольца. Фундаментальное уравнение Гиббса. Химический потенциал.

- Критерии равновесия и самопроизвольного протекания процесса. Выражение критериев равновесия через термодинамические функции.
- Гомогенные однокомпонентные системы. Идеальный газ. Соотношения между термодинамическими функциями идеального газа. Реальные газы.
- Гомогенные многокомпонентные системы. Способы выражения концентраций растворов. Химический потенциал компонента раствора. Стандартное состояние для растворителя и растворенного вещества.
- Зависимость энергии Гиббса реакции от глубины реакции. Изменение энтропии за счет протекания реакции. Изменение энтальпии за счет протекания реакции. Расчет интегрального изменения экстенсивного свойства. Расчет изменения некоторых функций при протекании газовой реакции в смеси идеальных газов. Теплота химической реакции. Закон Гесса.
- Условия химического равновесия. Понятие о химическом сродстве реакции. Закон химического равновесия для газовых реакций. Уравнение изотермы химической реакции.
- Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнения изобары реакции. Закон химического равновесия для гетерогенных реакций с участием газообразных веществ. Смещение равновесия.
- Расчет равновесного состава системы (прямая задача химического равновесия). Факторы, влияющие на выход продукта в системе с одной реакцией. Определение констант равновесия – обратная задача химического равновесия.
- Условия равновесия фаз. Правило равновесия фаз Гиббса. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах: жидкость – пар. Закон Рауля. Диаграммы "давление-состав" для равновесия жидкость - пар в двухкомпонентной системе. Законы Коновалова. Диаграммы кипения. Правило рычага. Фазовые равновесия в двухкомпонентных конденсированных системах.

### 5.2.2. Литература для подготовки:

1. Стромберг, А.Г. Физическая химия: учебник для студентов вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко; под ред. А.Г. Стромберга. Изд. 5-е, испр. М.: Высшая школа, 2003. 527 с.
2. Основы физической химии /Горшков В.И., Кузнецов И.А. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2006. – 407 с.
3. Пригожин И. Химическая термодинамика / И. Пригожин, Р. Дефей; пер. с англ.–2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.–533 с.
4. Эткинс П., Дж. Де Паула Физическая химия В 3-х ч. Ч.1: Равновесная термодинамика / Пер. с англ. И.А. Успенской, В.А. Иванова.- М.: Мир, 2007.-494 с.
5. Михайлов В.А. Химическое равновесие: учебное пособие / В.А. Михайлов, О.В. Сорокина, Е.В. Савинкова, М.Н. Давыдова; под ред. Академика РАН А.Ю. Цивадзе. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 197 с.
6. Физическая химия. Кн. 1, Строение вещества. Термодинамика: Учеб. пособие для вузов: В 2-х кн. / Ред. К.С. Краснов. – 3-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2001. – 512 с.
7. Кудряшова Н.С. Физическая химия: учебник для бакалавров / Н.С. Кудряшева, Л.Г. Бондарева. Москва: Юрайт, 2012. 340 с.
8. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. И.: Мир, 2002. - 461 с.
9. Зимон А.Д. Популярная физическая химия: учебное пособие / А.Д. Зимон. 3-е испр. изд. М.: Научный мир, 2005. 176 с.
10. Карякин Н.В. Основы химической термодинамики: учеб. пособие для вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2003. -464 с.
11. Салем, Р.Р. Физическая химия. Термодинамика: учеб. пособие для вузов / Р.Р. Салем.

- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 352 с.
12. Основы физической химии. Теория и задачи: учеб. пособие для вузов / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. –М.: Издательство «Экзамен», 2005. –480 с
  13. Термодинамика для химиков / Н.М. Бажин, В.А. Иванченко, В.Н. Пармон. – М. Химия. КолосС, 2004. –416 с.

### **5.3. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа**

#### **5.3.1. Основные разделы и темы**

- Химические, инструментальные и биологические методы аналитической химии. Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования, определения; гибридные и комбинированные методы. Методы прямые и косвенные.
- Основные характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность. Метод и методика.
- Виды химического анализа: изотопный, атомный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Макро-, микро-, ультрамикрoанализ. Локальный, неразрушающий, дистанционный, непрерывный, внелабораторный (полевой).
- Количественные характеристики равновесий: термодинамическая и концентрационные константы, стандартный и формальный потенциалы, степень образования (мольная доля) компонента. Расчет активностей и равновесных концентраций компонентов. Буферные системы.
- Кислотно-основное равновесие. Влияние свойств растворителей; их классификация. Константы кислотности и основности. Буферные растворы.
- Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости. Методы расчета констант устойчивости. Кинетика реакций комплексообразования.
- Окислительно-восстановительное равновесие. Обратимые и необратимые реакции. Уравнение Нернста. Методы измерения потенциалов. Константы равновесия. Механизм окислительно-восстановительных реакций. Каталитические, автокаталитические, окислительно-восстановительные реакции. Примеры аналитического использования.
- Процессы осаждения-растворения. Равновесия в системе жидкость-твердая фаза. Константы равновесия; растворимость. Механизм образования и свойства кристаллических и аморфных осадков. Коллоидные системы. Загрязнения и условия получения чистых осадков.
- Гравиметрические методы. Сущность, значение, достоинства и ограничения гравиметрических методов. Требования, предъявляемые к осадкам. Важнейшие неорганические и органические осадители. Аналитические весы.
- Титриметрические методы. Сущность и классификация. Виды титрования (прямое, обратное, косвенное). Кривые титрования. Точка эквивалентности, конечная точка титрования.
- Кислотно-основное титрование в водных средах. Первичные стандартные растворы. Кривые титрования для одно- и многоосновных систем. Индикаторы.
- Окислительно-восстановительное титрование. Первичные и вторичные стандартные растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Предварительное окисление и восстановление определяемых соединений. Краткая характеристика различных методов.
- Комплексонометрическое титрование. Сущность. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Практическое использование.

- Осадительное титрование. Сущность. Кривые титрования. Методы индикации конечной точки титрования. Индикаторы.
- Электрохимические методы. Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке. Кинетика электрохимических процессов. Поляризационная кривая. Классификация методов. Классификация электродов по назначению и протеканию реакции.
- Потенциометрия. Равновесные электрохимические системы и их характеристики. Ионметрия: возможности метода и ограничения. Типы ионселективных электродов и их характеристики. Потенциометрическое титрование с неполяризованными и поляризованными электродами.
- Кулонометрия. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование, его возможности и преимущества.
- Вольтамперометрия. Характеристики вольтамперограмм, используемые для изучения и определения органических и неорганических соединений. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы. Возможности и ограничения методов.
- Кондуктометрия. Прямая низкочастотная кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Использование кондуктометрических датчиков в хроматографии и других методах анализа.
- Методы атомной оптической спектроскопии. Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции. Резонансное поглощение. Самопоглощение, ионизация. Аналитические линии. Зависимость аналитического сигнала от концентрации.
- Атомно-эмиссионная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Индуктивно связанная плазма. Регистрация спектра. Идентификация и определение элементов по эмиссионным спектрам. Физические и химические помехи. Внутренний стандарт. Примеры использования.
- Атомно-абсорбционная спектрометрия. Сущность метода. Источники излучения. Пламенная атомизация. Характеристики пламен и их выбор. Электротермическая атомизация. Типы электротермических атомизаторов. Способы подготовки пробы. Помехи: химические и физические. Коррекция помех. Чувствительность и избирательность. Примеры использования.
- Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Принцип метода. Способы возбуждения атомов (УФ излучение, лазер). Взаимное влияние элементов и устранение этих влияний. Практическое применение.
- Методы молекулярной оптической спектроскопии. Молекулярные спектры поглощения, испускания. Основные законы светопоглощения и испускания. Рассеяние света. Поляризация и оптическая активность. Способы измерения аналитического сигнала.
- Спектрофотометрия. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Спектроскопия отражения. Достоинства и ограничения методов. Практическое применение.
- Люминесцентные методы. Виды люминесценции. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Качественный и количественный анализ.
- Хроматографические методы. Классификация хроматографических методов.
- Газовая хроматография. Требования к газам-носителям и адсорбентам. Примеры используемых адсорбентов. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Влияние температуры на удерживание и разделение. Примеры применения.
- Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода. Объекты исследования. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения.
- Жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода. Требования к адсорбентам и подвижной фазе. Влияние природы и

состава элюента на эффективность разделения. Разновидности метода в зависимости от полярности неподвижной фазы: нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Выбор условий разделения. Детекторы. Применение для анализа сложных смесей.

- Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники. Кинетика и селективность ионного обмена. Влияние природы и состава элюента на селективность разделения веществ. Примеры применения.

### 5.3.2. Литература для подготовки:

1. Основы аналитической химии: учебник для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов: [в 2 т.] Т.1 / [Т. А. Большова и др.]; под ред. Ю. А. Золотова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2010. — 384 с.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия: учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям: [в 2 кн.]. 7-е изд. Кн. 1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа. – М.: Дрофа, 2009. – 368 с.
3. Вершинин В.И. Аналитическая химия: учебник для вузов / В.И. Вершинин, И.В. Власова, И.А. Никифорова. – М.: Академия, 2011. – 442 с.
4. Кристиан, Гэри. Аналитическая химия: [учеб. пособие для вузов]: в 2 т. Т. 1 / Г. Кристиан. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. — 2009. — 623 с.
5. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Под ред. А.А. Ищенко: в 2 т. – М.: Академия, 2010.
6. Э.А. Александрова, Н.Г. Гайдукова. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. В 2-х книгах. Кн. 1. Химические методы анализа. Изд.: КолосС. Серия: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. 2011 г.
7. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Т.1. М.: Высш. шк. 2003.
8. Отто М. Современные методы аналитической химии. Т.1. М.: Техносфера, 2003.
9. Другов Ю.С., Родин А.А. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
10. Будников Г. К., Евтюгин Г. А., Майстренко В. Н. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
11. Беккер Ю. Спектроскопия. Серия: Мир химии. М.: РИЦ "Техносфера", 2009, - 528 с.
12. Гейровский Я., Кута Я. Основы полярографии - М.: Издательство "МИР", 1965.
13. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Под ред. А.А. Ищенко: в 2 т. – М.: Академия, 2010.
14. Ганеев А. А., Шолупов С.Е., Пупышев А. А. и др. Атомно-абсорбционный анализ. Учебное пособие для ВПО. М.: Лань. 2011. – 304 с.
15. Нечипоренко А.П. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Электрохимические методы. Потенциометрия и кондуктометрия. Уч.-метод. пособие для ВПО. Под ред. Кириллова В.В. СПб.: НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики). 2013 г. – 34 с.
16. Васильева В.И., Стоянова О.Ф. и др. Спектральные методы анализа. Практическое руководство. Уч. пособие для ВПО под ред. Селеменева В.Ф. и др. М.: Лань. 2014. – 416 с.

## 5.4, Процессы и аппараты химической технологии

### 5.4.1. Основные разделы и темы

- Гидромеханические процессы и аппараты Измельчение твердых материалов. Физико-химические основы измельчения. Расход энергии. Крупное дробление. Среднее дробление. Мелкое дробление. Дробилки для крупного, среднего и мелкого



дробления. Тонкое измельчение. Сверхтонкое измельчение. Мельницы. Классификация и сортировка материалов.

- Грохочение. Гидравлическая классификация и воздушная сепарация. Смешение твердых материалов. Разделение неоднородных систем. Классификация неоднородных систем и их характеристика. Основные способы разделения и их экологическое значение. Конструкции аппаратов для разделения газовых неоднородных систем под действием силы тяжести.
- Разделение газовых неоднородных систем под действием инерционных и центробежных сил. Центробежные пылеуловители – циклоны. Время осаждения частиц в циклоне. Пути увеличения эффективности работы циклонов
- Скрубберы: принцип работы, конструктивные особенности, область применения, достоинства и недостатки. Фильтрация газов. Конструкции фильтров: принцип работы, область применения, достоинства и недостатки.
- Разделение жидких неоднородных систем. Особенности и закономерности процесса отстаивания. Конструкции отстойников. Принцип работы, конструктивные особенности, области применения, сравнительная характеристика.
- Фильтрация жидких неоднородных систем. Теория фильтрации. Определение скорости фильтрации и толщины осадка. Конструкции фильтров: принципы работы, области применения, сравнительная характеристика.
- Центрифугирование жидких неоднородных систем. Фактор разделения. Конструкции центрифуг. Принцип их работы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки. Сверхцентрифуги.
- Тепло- массообменные процессы и аппараты Нагревание, охлаждение, конденсация. Общие сведения и основные понятия теории теплообмена.
- Механизмы передачи тепла. Движущая сила процесса. Передача тепла теплопроводностью.
- Передача тепла конвекцией. Механизм естественной и принудительной конвекции. Закон Ньютона. Критерии теплового подобия.
- Основное уравнение теплопередачи. Термическое сопротивление теплопередаче.
- Теплообмен излучением между твердыми телами. Особенности излучения газов. Совместная передача тепла конвекцией и излучением.
- Теплообменные аппараты. Принципы работы, конструктивные особенности, выбор направления движения сред, достоинства и недостатки. Сравнительная характеристика теплообменников. Теплоотдача от конденсирующего пара. Механизм передачи тепла от конденсирующегося пара. Капельная и пленочная конденсация.
- Аппараты для нагрева паром. Потери тепла и тепловая изоляция. Виды тепловой изоляции.
- Выпаривание. Поверхностное испарение и кипение. Температура кипения раствора. Упругость пара над раствором. Закон Рауля. Конструкции выпарных аппаратов. Принцип работы. Многокорпусные выпарные установки.
- Основные виды процессов массопередачи. Основы массопередачи в системах газ – жидкость и жидкость – жидкость. Движущая сила процесса. Молекулярная диффузия. Турбулентная диффузия. Конвективный массообмен. Основное уравнение массопередачи.
- Абсорбция. Общие сведения о процессе абсорбции и области ее применения. Закон Генри. Закон Рауля.
- Конструкции абсорберов. Принципы работы. Достоинства и недостатки. Гидродинамические режимы в насадочных и барботажных абсорберах. Батарея абсорберов.
- Сушка. Общие сведения о процессе сушки и области практического применения. Основные параметры влажного воздуха. Теория «мокрого» термометра. Механизм процесса сушки. Факторы, влияющие на скорость сушки. Потенциал сушки. Общие

вопросы режима сушки. Конструкции сушилок. Принципы работы. Сравнительная характеристика сушилок. Специальные виды сушки.

- Перегонка и ректификации. Простая перегонка. Периодическая и непрерывная ректификация.
- Жидкостная экстракция. Кинетика экстракции. Конструкции экстракторов.
- Кристаллизация. Методы кристаллизации. Кинетика процесса. Конструкции кристаллизаторов.

#### **5.4.2. Литература для подготовки:**

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. для вузов / А.Г. Касаткин. - Изд. 15-е, стер.перепеч. с 9-го изд. 1973 г. - Москва: Альянс, 2009. 750 с.
2. Энгель В.Ю. Гидравлика, гидропневмопривод и гидропневмоавтоматика: учеб. пособие / В.Ю. Энгель ; науч. ред. В.А. Дорошенко ; Урал. гос. техн. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. - 256 с.
3. Чугаев Р.Р. Гидравлика (техническая механика жидкости): учеб.для вузов / Р.Р. Чугаев. - 5-е изд., репр. - Москва: БАСТЕТ, 2008. - 672 с.
4. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учеб.для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. дипломир. специалистов в обл. техники и технологии, сельского и рыб. хоз-ва / Д.В. Штеренлихт. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: КолосС, 2005. - 656 с.
5. Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: учеб. пособие Ч. 1: Основы механики жидкости и газа / А. А. Шейпак ; Моск. гос. индустр. ун-т, Ин-т дистанц. образования. - 3-е изд., стер. - М.: МГИУ, 2004 (2005). - 192 с.
6. Кудинов В.А. Гидравлика: учеб.пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. (специальностям) в обл. техники и технологии / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. - Москва: Высшая школа, 2006, 2007. - 175 с.

#### **6. Демовариант комплексного теста размещен на сайте**

**<https://magister.urfu.ru/ru/programs/>**