



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

*Степанов* Степанов В.А.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
« 08 » сентября 20 17 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
Биоорганической химии и биотехнологии  
ДЛЯ  
ДОКУМЕНТОВ  
*Степанов* Степанов В.А.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
« 08 » сентября 20 17 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Химическая технология

Специальность **04.05.01** Фундаментальная и прикладная химия

специализация «Медицинская химия»

**Форма подготовки очная**

Курс 3 семестр 6  
лекции 54 час.  
практические занятия -/- час.  
лабораторные работы 72 час.  
в том числе с использованием МАО лек.18/лаб.18 час  
всего часов аудиторной нагрузки 126 час.  
в том числе с использованием МАО 36 час.  
самостоятельная работа 126 час.  
В том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
контрольные работы (количество) 3  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен  
зачет -/- семестр  
экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12.09.2016 № 1174.

Рабочая программа обсуждена на заседании Базовой кафедры химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН протокол № 12 от «13» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой  
Химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН к.х.н., доцент Реутов В.А.  
Составитель: к.х.н., доцент Свистунова И.В.

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Specialist's degree in 04.05.01 Fundamental and Applied Chemistry**

**Specialization "Medical Chemistry"**

**Course title: «Chemical Technology»**

**Basic part of Block 1, 7 credits**

**Instructor: Svistunova I.V.**

**At the beginning of the course a student should be able to:**

- The ability to perceive, develop and use the theoretical foundations of traditional and new sections of chemistry in solving professional problems (GPC-1).
- The possession of the skills of using modern equipment in scientific research (PC-2).
- The possession of the main chemical, physical and technical aspects of chemical industrial production, taking into account raw materials and energy costs (PC-8)

### **Learning outcomes:**

- The ability to perceive, to develop and use the theoretical foundations of traditional and new sections of chemistry in solving professional problems (GPC - 1).
- The proficiency of use of the modern equipment when carrying out scientific research (SPC-2).
- The possession of the basic chemical, physical and technical aspects of the chemical industry based on raw material and energy costs (SPC -8).

### **Course description:**

Forming the foundations of the process of thinking, identifying the relationship between chemical science and chemical technology, understanding of multi-level and multi-criteria nature of chemical-technological processes and chemical processes, the acquisition of basic skills examination of chemical and technological solutions.

### **Main course literature:**

1. Kuznetsova I. M., Kharlampidi H. E., Ivanov V. G. Obshchaya khimicheskaya tekhnologiya. Osnovnyye kontseptsii proyektirovaniya khimiko - tekhnologicheskikh system [General Chemical Engineering. The basic concept of designing chemical processes]. - St. Petersburg: Lan', - 2014. - 384 p. (rus) –

Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:725326&theme=FEFU>

2. Samoilov N. A. Primery i zadachi po kursu "Matematicheskoye modelirovaniye khimiko - tekhnologicheskikh protsessov": uchebnoye posobiye [Examples and problems on the course "Mathematical modeling of chemical-technological processes": a manual] -St. Petersburg: Lan', 2013. - 168 p. (rus) –

Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:725326&theme=FEFU>

3. Lebedev N. N. Khimiya i tekhnologiya osnovnogo organicheskogo i neftekhimicheskogo sinteza [Chemistry and Technology of basic organic and petrochemical synthesis]. - Moskva: Al'yans, 2013. - 589 p. (rus) –

Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:692724&theme=FEFU>

4. Raschety khimiko - tekhnologicheskikh processov / pod red. Muhlenovoy I. P. [Calculation of chemical-engineering processes / ed. I.P. Muhlenova]. - Moskva.: Khimiya, 2015. – 248 p. (rus) –

Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:243654&theme=FEFU>

5. Zakgeim A. Y. Obshchaya khimicheskaya tekhnjlogiya [elektronnyy resurs]: uchebnoye posobiye - 3-e izd. pererab. i dop. [General chemical technology [Electronic resource]: study guide] - 3rd edition, revised and enlarged - Moskva: Logos, 2012. - 304 p. (rus) –

Access: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html>

6. Romankov P. G. Metody rascheta processov i apparatov khimicheskoy tekhnjlogii (primery i zadachi) [elektronnyy resurs]: uchebnoye posobiye dlya vuzov. -3-e izd. ispr. [Methods of calculation processes and devices of chemical technology (examples and tasks) [Electronic resource]: textbook for universities]. - 3rd ed. rev. - St. Petersburg: Khimizdat, 2010. - 544 p. (rus) –

Access: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081826.html>

7. Kapustin V. M. Tekhnjlogiya pererabotki nefi. V 4 chastyakh. Chast' pervaya. Pervichnaya pererabotka nefi [elektronnyy resurs] / pod. red. Glagolevoy O. F. [Technology of oil refining. In 4 parts. Part one. Primary processing of oil. [Electronic resource] / edited by Glagoleva O. F.]. - Moskva: Koloss, 2012. - 345 p. (rus) –

Access: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953208253.html>

**Form of final control:** exam.

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Химическая технология»**

Рабочая программа учебной дисциплины «Химическая технология» разработана для специалистов 3 курса по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация «Медицинская химия».

Курс «Химическая технология» входит в базовую часть учебного плана: Б1.Б.4.12. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа. Учебным планом предусмотрены лекции (54 часа) и лабораторные работы (72 часа), 126 часов самостоятельной работы, 27 часов отводится на подготовку к экзамену. Дисциплина реализуется в 6 семестре, завершается экзаменом.

Курс "Химическая технология" основывается на знаниях студентов, полученных по дисциплинам: "Неорганическая химия", "Органическая химия", "Физическая химия", "Физика", "Высшая математика", "Аналитическая химия".

Программа курса включает: химические процессы, их моделирование и расчеты, основные типы реакторов для химических процессов, конструктивные особенности аппаратов, выбор сырья, экономические показатели производства.

Особенностью курса "Химическая технология" является использование и углубление тех знаний, которые студенты приобретают при изучении предшествующих курсов, включая многие разделы физики, математики, термодинамики, химической кинетики и катализа, химии неорганических и органических соединений.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Химическая технология», могут быть использованы при изучении специализированных дисциплин, в научно-исследовательской работе студентов и при подготовке выпускной квалификационной работы.

**Целью курса** является формирования основ технологического мышления, выявление взаимосвязи между химической наукой и химической технологией, понимание многоуровневого и многокритериального характера химико-технологических процессов и химико-технологических систем, приобретение начальных навыков экспертизы химико-технологических решений.

### **Задачи:**

1. Приобретение знаний о химико-технологических процессах, их моделировании и расчетах, оценке возможности их осуществления с точки зрения химизма, физических закономерностей, конструктивных особенностей аппаратов, выбора сырья, экономических показателей производства.

2. Знакомство с составом и структурой химической технологии и химического производства. Приобретение знаний об иерархической организации химико-технологических систем на примерах современных производств.

3. Приобретение умений оценивать и, в некоторых случаях, рассчитывать основные показатели химико-технологических процессов, широко распространенных аппаратов, сравнивать технологические решения химико-технологических задач, использовать при расчетах критериальные зависимости.

Для успешного изучения дисциплины «Химическая технология» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1).
- Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7).
- Владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2).
- Способность использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3).
- Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-8).
- Владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 Способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Знает	основы теории фундаментальных разделов химической науки, прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической химии.
	Умеет	применять теоретические знания в фундаментальных разделах химической науки для выполнения профессиональных задач.
	Владеет	способностью усваивать новые знания в фундаментальных разделах химической науки и применять их в лаборатории и на производстве.
ПК-2 Владение навыками	Знает	основные принципы работы на современной аппаратуре при проведении научных исследований.

использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Умеет	работать на современной аппаратуре при проведении научных исследований.
	Владеет	способностью использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин, в том числе в области химической технологии, для анализа создающихся условий производственной деятельности и умением адаптироваться в новых условиях.
ПК -8 Владение основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	Знает	основы теории фундаментальных разделов химической науки, применяемых в химическом и биотехнологическом производстве.
	Умеет	использовать теоретические знания для понимания основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства; ориентироваться в создающихся условиях производственной деятельности (анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов, выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов).
	Владеет	способностью к пониманию и анализу основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Химическая технология» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: диспут, проект, лекция-беседа, проблемная лекция, исследование.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (54 ЧАСА)**

### **Раздел 1. Организация химического производства (6 час)**

#### **Тема 1. Основные понятия химической технологии (4 час)**

##### **МАО – лекция-беседа (2 часа)**

Особенности химической технологии как сферы деятельности человека.

Объект химической технологии - химическое производство. Современные химические производства. Научность. Теоретические основы химической технологии. Проблемы энерго- и ресурсосбережения, безопасности, охраны окружающей среды. Химическая технология — наука об экономически, экологически и социально обоснованных способах и процессах переработки сырья с изменением его состава и свойств путем проведения химических и физико-химических превращений в предметы потребления и средства производства.

Развитие химических производств и химической технологии. История становления как отрасли человеческой деятельности и как науки. Химическое производство. Понятие о химическом производстве, как о системе. Основные

операции в химическом производстве - подготовка сырья, химические и физико-химические превращения, выделение продуктов, обезвреживание и утилизация отходов, тепло- и энергообеспечение, водоподготовка, управление производством. Основные технологические компоненты - сырье, вспомогательные материалы, основной и дополнительный продукт, отходы, энергетические ресурсы, оборудование и аппараты.

Качественные и количественные показатели эффективности химического производства. Технологические показатели - степень превращения сырья, селективность процесса, выход продукта, расходные коэффициенты по сырью и энергии. Экономические показатели - производительность, мощность, себестоимость продукта, приведенные затраты, удельные капитальные затраты, производительность труда.

Методы химической технологии. Иерархическая организация процессов в химическом производстве - элементарный процесс, совокупность процессов в технологическом аппарате, химико-технологический процесс, химическое производство. Их определения.

Методологические основы химической технологии как науки - системный анализ сложных схем и взаимодействий их элементов.

## **Тема 2. Структура и расчеты ХТС (2 час)**

**МАО – лекция-беседа (2 часа)**

Структура ХТС. Химическое производство как химико-технологическая система. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС. Их классификация по виду процессов и назначению (механические, гидравлические, массообменные, тепловые, химические, элементы управления). Многофункциональные элементы. Технологические связи элементов ХТС (потоки). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл) Технологические связи. Их схемы и назначение.

Описание ХТС. Виды моделей ХТС – качественные (обобщенные) и количественные. Качественные модели – операционно-описательные модели, функциональные схемы, структурные схемы, операторные схемы, технологические схемы, количественные модели – символические (аналитические), топологические (графы), структурные блок-схемы, сетевые. Назначение, применение и взаимосвязь моделей. Системный подход к их выбору при синтезе и анализе ХТС.

Методы моделирования ХТП и ХТС. Эмпирическое и математическое моделирование. Расчеты с использованием критериев подобия. Материальный и энергетический балансы. Баланс энтропии. Потенциальная работоспособность системы. Эксергетический анализ.



Основные этапы разработки ХТС. Основные концепции при синтезе ХТС. Их содержание и способы реализации: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры.

## **Раздел 2. Компоненты химического производства(16 час)**

### **Тема 1. Сырье и энергоресурсы в химической промышленности (4 час)**

**МАО** – лекция-беседа (2 часа)

Фундаментальные критерии эффективности использования ресурсов. Выбор и эффективное использование сырья. Подготовка сырья. Первичные и вторичные сырьевые ресурсы, комплексное использование сырья. Вода и воздух как сырье химической промышленности. Проблема комплексного и рационального использования сырья. Рециркуляция сырья. Обогащение сырья. Методы обогащения сырья в зависимости от его агрегатного состояния. Грохочение, классификация, электромагнитная сепарация. Флотация. Обогащение, очистка и подготовка к переработке газов. Показатели процесса обогащения.

### **Тема 2. Вода - компонент химического производства (2 час)**

**МАО** – лекция-беседа (2 часа)

Подсистема водоподготовки. Вода как сырье и вспомогательный компонент химического производства. Источники воды. Классификация загрязнений воды. Показатели качества воды и методы их определения. Промышленная водоподготовка: основные стадии и методы очистки воды от примесей. Жесткость воды. Устранение жесткости. Организация водооборота на химическом предприятии.

### **Тема 3. Химико-технологические процессы. Гидромеханические процессы (2 час)**

Макроскопическая теория физико-химических явлений как теоретическая база химической технологии. Перенос и превращение веществ и энергии. Кондуктивный и конвективный перенос вещества. Классические законы пропорциональности кондуктивных потоков компонента, импульса, теплоты градиентам концентрации, скорости и температуры.

Классификация. Гидромеханические процессы, основные уравнения. Режимы движения жидкостей. Критерии гидродинамического подобия. Гидродинамика псевдосжиженного слоя. Использование гидромеханических уравнений в расчетах аппаратов. Принцип работы и расчет непрерывного сепаратора и водоструйного насоса.

### **Тема 4. Тепловые процессы, энерготехнологические схемы (2 час)**

Энергетическая подсистема ХТС. Потребление энергии и энергоснабжение на химическом предприятии. Общая характеристика и классификация энергетических ресурсов в химической технологии. Источники энергии в химическом производстве. Рациональное использование энергии. Вторичные энергетические ресурсы, их классификация. Значение тепловых процессов в химической технологии. Способы передачи теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Основные уравнения, критериальные соотношения. Теплообменные аппараты.

Энерготехнологические схемы. Нагревание и охлаждение в основных химических производствах. Эксергетический анализ.

### **Тема 5. Массообменные процессы (2 час)**

Роль массообменных процессов. Моделирование и расчет массопереноса. Молекулярная и конвективная диффузия. Ректификация, устройство ректификационных аппаратов. Принципы ректификации. Уравнения рабочих линий. Расчеты при ректификации.

### **Тема 6. Химический процесс. Термодинамика и кинетика химико-технологических процессов (2 час)**

#### **МАО – лекция-беседа (2 часа)**

Стехиометрические зависимости и закон сохранения массы. Степени превращения, расчеты с использованием степеней превращения. Селективность. Выходы в необратимых и обратимых реакциях. Термодинамика химико-технологических процессов. Влияние термодинамических параметров на глубину протекания химико-технологических процессов. Расчет равновесного состава смесей. Кинетика химико-технологических процессов. Кинетические уравнения. Скорости обратимых, необратимых, последовательных, параллельных и т.д. реакций. Микро- и макрокинетика. Влияние технологических параметров процесса на его скорость. Способы интенсификации гомогенных процессов. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов. Использование термодинамических уравнений и закономерностей в химико-технологических расчетах.

### **Тема 7. Гетерогенные процессы. (2 час)**

#### **МАО – проблемная лекция (2 часа)**

Гетерогенные химико-технологические процессы, классификация. Гетерогенные процессы в системе газ-твердое. Основные стадии гетерогенного процесса, области протекания гетерогенного процесса. Лимитирующая стадия и способы ее определения. Способы интенсификации гетерогенных процессов в системе газ-твердое. Промышленный катализ.

Критерии эффективности промышленных катализаторов. Гетерогенный катализ, области применения, способы получения промышленных гетерогенных катализаторов. Аппараты для гетерогенных процессов.

### **Раздел 3. Идеальные реакторы (4 час)**

#### **Тема 1. Химическая реакция в идеальных реакторах (2 час)**

**МАО** – лекция-беседа (2 часа)

Моделирование движения потоков. Основные типы идеальных реакторов: РИВ, РИС, каскад. Показатель эффективности работы реактора. Сравнение работы реакторов непрерывного типа. Решение задач по теме реакторы (эффективность работы реакторов, концентрации реагентов продуктов, степень превращения, селективность, выход.)

#### **Тема 2. Тепловой режим работы реакторов (2 час)**

Адиабатические, изотермические реакторы. Реакторы промежуточного режима. Решение уравнений теплового баланса. Создание и поддержание оптимального температурного режима.

### **Раздел 4. Реальные реакторы (4 час)**

#### **Тема 1. Модели реальных реакторов (2 час)**

**МАО** – лекция-беседа (2 часа)

Причины отклонения реакторов от идеальности. Моделирование работы реального реактора. Модели и параметры. Однопараметрические модели – диффузная, ячеистая. Проблемы выбора модели.

#### **Тема 2. Оптимальный температурный режим (2 час)**

Линия оптимальных температур для обратимых реакций. Приемы приближения к ЛОТ. Реакторы «труба в трубе», каскады с теплообменом, каскады с байпасом.

### **Раздел 5. Производства неорганических и органических веществ (24 час)**

#### **Тема 1. Технологические закономерности и приемы на примерах неорганических производств (12 час)**

**МАО** – лекция-беседа (4 часа)

Современное производство аммиака. Приготовление азотоводородной смеси. Термодинамический и кинетический анализ схемы синтеза аммиака. Рециркуляция, оптимальный температурный режим, утилизация теплоты. Технология азотной кислоты. Физико-химические основы, устройство аппаратов, селективность катализатора. Технология серной кислоты. Физико-химические основы процессов. Выбор сырья, сравнение технологических схем. Метод ДКДА, возможность рециркуляции. Абсорбционные процессы в производстве. Производство азотных удобрений. Фосфатные удобрения.

## **Тема 2. Технологические закономерности и приемы на примерах производства органических веществ (12 час)**

Переработка углеродсодержащего сырья. Динамика использования нефти, природного газа и угля в качестве сырья химических производств. Термическая переработка угля. Коксование. Состав и пути использования продуктов коксования. Альтернативные способы газификации твердого топлива. Производство жидких углеводородов на основе твердого топлива. Состав и свойства нефти. Подготовка нефти к переработке. Физические методы переработки, прямая перегонка. Химические методы: термический крекинг, пиролиз, каталитический крекинг, риформинг, платформинг. Производство жидких топлив и масел, их эксплуатационные характеристики. Стабилизация топлива. Использование газоконденсата. Технология основного органического синтеза. Синтезы на основе оксида углерода. Производство метанола Физико-химические закономерности и основные стадии процесса. Катализаторы. Использование метанола в производстве спиртов, кислот, непредельных соединений. Производство формальдегида. Технология высокомолекулярных соединений. ПМ, каучуки. Каучуки. Производство каучуков на примере бутадиен-стирольного каучука.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные работы (72 час)**

**Лабораторная работа №1. Техника безопасности. Знакомство с оборудованием лаборатории (4 час)**

Знакомство с оборудованием лаборатории и техникой безопасности.

**Лабораторная работа №2. Электролиз (6 час)**

**МАО – исследование (2 часа)**

На примере электролиза раствора сульфата меди изучается процесс электролиза. Выполняются расчеты показателей процесса.

**Лабораторная работа №3. Водоподготовка (4 час)**

**МАО – исследование (2 часа)**

Методом ионообменной сорбции устраняется жесткость воды. Рассчитывается карбонатная, некарбонатная и общая жесткость и параметры процесса.

**Лабораторная работа №4. Коагуляция (6 час)**

**МАО – исследование (2 часа)**

Изучается процесс коагуляции, рассчитываются плотность суспензии и скорость ее осаждения.

**Лабораторная работа №5. Ректификация (6 час)**

**МАО – исследование (2 часа)**

Изучается процесс ректификации смеси вода-спирт.

**Лабораторная работа №6. Флотация (6 час)**

**МАО – исследование (2 часа)**

Изучается один из способов обогащения сырья. Проводится разделение смеси песка и угля в лабораторной установке.

**Лабораторная работа №7. Текстолит (6 час)**

**МАО – исследование (2 часа)**

Получают фенолформальдегидный полимер и композитный материал.

**Лабораторная работа №8. Сухая перегонка древесины (6 час)**

**МАО – исследование (2 часа)**

Проводят сухую перегонку древесины и исследуют количественный и качественный состав продуктов.

**Лабораторная работа №9. Материальный баланс (6 час)**

**МАО – исследование (2 часа)**

Решается задача по расчету материального баланса.

**Лабораторная работа №10. Теплоотдача (6 час)**

**МАО – исследование (2 часа)**

Проводится эксперимент по изучению процесса переноса теплоты. Осуществляется расчет с использованием критериальных зависимостей.

**Лабораторная работа №11. Фильтрация (4 часа)**

Проводится эксперимент по изучению процесса фильтрования при атмосферном давлении. Осуществляется расчет констант фильтрования.

**Лабораторная работа №12. Удельная поверхность (4 часа)**

Проводится эксперимент по определению удельной поверхности сыпучего материала по методу Дерягина (метод газопроницаемости). Осуществляется расчет.

**Лабораторная работа №13. Ситовый анализ (4 часа)**

Проводится эксперимент по изучению рассеивания и гранулометрического анализа. Осуществляется расчет.

**Лабораторная работа №14. Расчеты в реакторах разного типа (4 часа)**

Проводится работа по изучению расчета различных реакций в реакторах разного типа. Решаются задачи.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Химическая технология» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Организация химического производства Раздел 2. Компоненты химического производства	ОПК-1	Знает	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам.	экзамен (вопросы 1-15)
			Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам. Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6).	
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6). Сдача коллоквиума №1 (УО-2)	
2	Раздел 3. Идеальные реакторы Раздел 4. Реальные реакторы	ПК-2	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам. Собеседование (УО-1). Сдача коллоквиума №2 (УО-2).	экзамен (вопросы 16-25)
			Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам.	
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6). Контрольная работа (ПР-2).	
3	Раздел 5. Производства неорганических и органических веществ	ПК -8	Знает	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам. Сдача коллоквиума №3 (УО-2)	экзамен (вопросы 26-41)
			Умеет	Собеседование (УО-1). Реферат (ПР-4).	
			Владеет	Собеседование (УО-1). Контрольная работа (ПР-2). Реферат (ПР-4)	

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

#### V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Кузнецова, И. М. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем. / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампиди, В. Г. Иванов. - Санкт-Петербург: Лань, 2014.- 384 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:725326&theme=FEFU>

2. Самойлов, Н. А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов": учебное пособие / Н. А. Самойлов. - Санкт-Петербург: Лань, 2013.-168 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:727522&theme=FEFU>

<https://e.lanbook.com/book/37356>

3. Лебедев, Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза / Н. Н. Лебедев. - М.: Альянс, 2013 – 589 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:692724&theme=FEFU>

4. Расчеты химико-технологических процессов / Под ред. И. П. Мухленова. – М.: Химия, 2015, 2016 – 247 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:243654&theme=FEFU>

5. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Ю. Закгейм - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012.- 304с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html>

6. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф.Фролов, О. М. Флисюк. - 3-е изд., испр. - СПб.: Химиздат, 2010. - 544 с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081826.html>

7. Капустин, В. М. Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти. [Электронный ресурс] / В. М. Капустин; Под ред. О. Ф. Глаголевой. - М.: Колос, 2012.- 345 с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953208253.html>

#### **Дополнительная литература** (электронные и печатные издания)

1. Бесков, В. С. Общая химическая технология: учебник для студ. вузов, обучающихся по химико-технологическим направлениям подготовки бакалавров и дипломированных специалистов / В. С. Бесков. – М.: Академкнига, 2016.–462 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:245508&theme=FEFU>

2. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – М.: Альянс, 2014. - 750 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:234799&theme=FEFU>

3. Кондауров, Б. П. Общая химическая технология / Б. П. Кондауров, В.

И. Александров, А. В. Артемов. – М: Издательский центр «Академия», 2005.– 336 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:245175&theme=FEFU>

4. Соколов, Р. С. Химическая технология / Р. С. Соколов. Учебное пособие для ВУЗов. В 2х т. – М.: Владос-пресс., 2003.– 367 с.; 448 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:6141&theme=FEFU>

5. Аверьянов, В. А. Лабораторный практикум по общей химической технологии: учебное пособие для вузов по направлениям и специальностям в области химической технологии / В. А. Аверьянов, С. А. Баташов, Н. П. Белова и др. - М. Бином, 2010. - 279 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298118&theme=FEFU>

6. Амелин, А. Г. Общая химическая технология: Учебное пособие / А. Г. Амелин. - М.: Химия, 1977. - 400 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:245110&theme=FEFU>

7. Абалонин, Б. Е. Основы химических производств / Б. Е. Абалонин, И. М. Кузнецова, Х. Е. Харлампыди; под ред. Б. Е. Абалонина. –М.:Химия, 2001. – 472 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:17054&theme=FEFU>

8. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии / Ю. И. Дытнерский. - В 2 кн. - М.: Альянс, 2015. - 493 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:776854&theme=FEFU>

9. Ксензенко, В. И. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для студ. вузов по химико-технолог. спец. / В. И. Ксензенко, И. М. Кувшинников, В. С. Скоробогатов и др., - М.: Химия, 2003.-328 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:321772&theme=FEFU>

10. Бородулин, Д. М. Процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие / Д. М. Бородулин, В. Н. Иванец. – Кемерово: КемТИИП, 2007.- 168 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4614](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4614)

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
4. <http://www.nelbook.ru/>
5. Сайт Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова: <http://www.chem.msu.su/rus/weldept.html>



6. Сайт Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева: <http://www.pxy.ru/>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины**

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть ИТ-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине «Химическая технология».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине «Химическая технология», это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

### **Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины**

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, коллоквиумы и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «Химическая технология».

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

### **Рекомендации по работе с литературой**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана лекций, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основных понятий. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией типологического характера.

При работе с литературой обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику. Можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц). Ищите аргументы «за» или «против» идеи автора.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Используйте основные установки при чтении научного текста:

1. информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Для работы с научными текстами применяйте следующие виды чтения:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Основным для студента является изучающее чтение – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в профессиональной области.

При работе с литературой можно использовать основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Мультимедийная лекционная аудитория (экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150\* настенно-потолочный моторизованный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305\*229, проектор BenQ MW 526 E).

Специализированная химическая лаборатория. Аквадистиллятор электрический, аптечный ДЭ-4-02 "ЭМО". Весы электронные, лабораторные MW-2 CAS. Встряхивающее устройство с подогревом ЛАБ-ПУ-01 (8 кг). Вибрационная мельница ВМ-4. Вибрационный грохот Analisette 3 FritschGermany. Колбонагреватель LAB-FH-1000EuroКолбонагреватель LAB-FH-500Euro. Колбонагреватель ЛАБ-КН-250LOIP. Колбонагреватель ЛАБ-КН-500 LOIP-2шт. Колбонагреватель ЛАБ-КН-1000 LOIP. Магнитная мешалка с подогревом до 300 0С MR-3001Heidolph Германия. Набор сит для грунта d 200 мм с поддоном и крышкой из нержавеющей стали. Прибор вакуумного фильтрования ПВФ-35/3 Аквилон. Рефрактометр ИРФ-454 Б2 М. Спектрофотометр UNICO 1200/1201. Термостат жидкостной ЛАБ-ТЖ-ТС-01/8-100-2 шт. Термостат жидкостной ЛАБ-ТЖ-ТС-01/16-150. Колбонагреватель LAB-FH-250Euro. Электроплитка с регулятором- ЭПШ-1-0,8/220 4 Россия, 2009 г-2 шт. Импульсный источник питания ИПР-800, Россия.

Для самостоятельной работы используется читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox.

Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C). Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров;

увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Химическая технология»**

**Специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
специализация «Медицинская химия»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2017**

## План-график изучения дисциплины «Химическая технология»

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	В течение семестра	Подготовка к выполнению лабораторных работ	39 час	Опрос перед началом занятия (УО-1). Прием отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).
2.	В течение семестра	Подготовка к коллоквиумам №1-3	20 часов	Коллоквиум (УО-2)
3.	В течение семестра	Подготовка к контрольным работам	20 часов	Контрольные работы (ПР-2)
4.	15-17 неделя	Подготовка к защите реферата	20 часов	Защита реферата (ПР-4).
5.	16-18 неделя	Подготовка к экзамену	27 час	Экзамен
	Итого		126 час	

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Под самостоятельной работа студента понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности.

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью нижеприведенных контрольных вопросов и заданий.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, описание проделанной экспериментальной работы с приведением расчетов, графиков, таблиц и выводов, подготовка к защите теории по работе, самоконтроль знаний по теме работы с помощью вопросов к каждой работе, подготовка к коллоквиумам, индивидуальное написание и защиту реферата по теме « Химические производства».

#### Рекомендации по подготовке к лабораторным работам

Самостоятельная работа студентов по подготовке к лабораторным работам включает в себя: проработку и анализ теоретического материала, составление плана выполнения лабораторной работы, описание проделанной работы (тексты, таблицы, схемы и т.п.).

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирования эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных.

Для подготовки к лабораторным работам необходимо составлять конспект предстоящей лабораторной работы, которую предстоит выполнить.

Конспект представляет собой краткую письменную запись содержания лабораторной работы, предназначенную для последующего восстановления информации с различной степенью полноты. Как и любой другой конспект, конспект лабораторной работы должен удовлетворять следующим требованиям: систематичность, логичность, связность текста. Если в целом записи не отражают логики полного текста, если между отдельными частями записей нет смысловой связи, то такие выдержки не представляют никакой информационной ценности при выполнении работ, то есть конспектом как таковым не является. В конспект включаются не только основные положения, но и доводы, их обосновывающие, конкретные факты и примеры, но без их подробного описания.

Критерии оценивания конспекта:

Параметр	Баллы
<ul style="list-style-type: none"> <li>• систематичность,</li> <li>• логичность,</li> <li>• связность текста,</li> <li>• отражены основные положения,</li> <li>• приведены доводы, обосновывающие положения,</li> <li>• приведены конкретные факты и примеры</li> </ul>	100 – 86 (отлично)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• систематичность,</li> <li>• логичность,</li> <li>• связность текста,</li> <li>• отражены основные положения,</li> <li>• приведены доводы, обосновывающие положения,</li> <li>• отсутствуют конкретные факты и примеры</li> </ul>	85 – 76 (хорошо)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• систематичность,</li> <li>• логичность,</li> <li>• связность текста,</li> <li>• отражены основные положения,</li> <li>• отсутствуют доводы, обосновывающие положения,</li> <li>• отсутствуют конкретные факты и примеры</li> </ul>	75 – 61 (удовлетворительно)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• смысловая связь, выстроена нелогично</li> <li>• не отражены основные положения,</li> <li>• отсутствуют доводы, обосновывающие положения,</li> <li>• отсутствуют конкретные факты и примеры.</li> </ul>	60-50 (неудовлетворительно)

**Вопросы для самоконтроля:**

**Тема: Текстолит**

Основы технологии полимеров. Характеристики полимеров: линейные и разветвленные полимеры, степень полимеризации, прочность, пластичность, растворимость, набухаемость. Характеристика мономеров. Мономеры реакций



полимеризации, мономеры реакций поликонденсации. Функциональность мономеров.

Фенолоформальдегидные смолы, резольные и наволачные полимеры. Структура, способы получения, свойства

Сополимеризация, сополимеры.

Композиционные материалы. Примеры композиционных материалов. Способы получения, основные свойства, достоинства по отношению к индивидуальным материалам.

**Тема: Сухая перегонка древесины**

Продукты, получаемые при сухой перегонке древесины

Состав жидких, газообразных продуктов

Использование продуктов, получаемых в процессе перегонки.

Зависимость выхода и состава продуктов от условий проведения процесса.

Получение активированного угля

**Тема: Электролиз**

Законы Фарадея. Решение задач на законы Фарадея

Электролиз NaCl (2 типа электролизеров)

Электролиз расплава NaCl

Электролиз воды

Получение Al электролизом

Необходимость применения электролиза

Примеры электрохимических процессов

**Тема: Коагуляция**

Коагуляция и флокуляция

Строение коллоидной частицы, образование и устойчивость коллоидных частиц.

Отстойники, устройство и работа, скорость осаждения осадков

Зависимость эффективности коагуляции от различных факторов

**Тема: Водоподготовка**

Примеси в воде

Технологические схемы очистки воды в зависимости от целей и задач химического предприятия.

Основные операции водоподготовки. Аппаратурное оформление и теоретические основы методов.

Различные типы жесткости. Решение задач по расчету жесткости воды.

Методы умягчения воды

Ионообменники. Строение и принцип работы. Решение задач по эффективности работы ионообменников.

## **Тема: Ректификация**

Сущность процесса дистилляции (простой перегонки). Преимущества перегонки с дефлегмацией. Аппаратурное оформление дистилляции в лабораторной практике и на производстве.

Сущность метода перегонки с водяным паром. Область применения метода.

Сущность метода молекулярной дистилляции. Область применения метода.

Принцип ректификации. Потоки жидкости и пара в периодическом и непрерывном процессах ректификации.

Аппаратурное оформление ректификации в лабораторной практике и на производстве.

Способы расположения в ректификационных колоннах кипятильников и дефлегматоров.

Флегмовое число. Минимальное и рабочее флегмовые числа.

Кривая равновесия и рабочие линии ректификации.

Теоретическая ступень разделения (теоретическая тарелка) в процессе ректификации. Высота, эквивалентная теоретической тарелке.

Графический метод определения числа теоретических тарелок.

Схема установки для ректификации смесей, содержащих более двух компонентов (трех-, четырех-, ..., n-компонентных смесей).

Сущность метода экстрактивной и азеотропной ректификации. Области применения методов.

Сущность процесса выпаривания. Область его практического применения.

## **Тема: Флотация**

Классификация процессов измельчения.

Подготовка сырья к переработке

Методы обогащения сырья разного агрегатного состояния.

Рассеивание, гравитационное разделение, флотация, электромагнитная сепарация

Работа гиперсорбера, флотационной камеры

Характеристика твердых материалов: плотность, насыпная плотность, порозность, гранулометрический состав

Показатели степени обогащения сырья, решение задач

### **Подготовка к коллоквиумам**

При подготовке к коллоквиумам воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой. Подготовьте ответы на все вопросы коллоквиума (Приложение 2).

Коллоквиум проходит следующим образом: студент получает вопросы из перечня вопросов к коллоквиуму по теме (основные вопросы) и готовится самостоятельно 15-20 минут. После чего он освещает эти вопросы преподавателю и отвечает на дополнительные вопросы, которые служат как для выявления глубины понимания материала дисциплины, так и позволяют оценить общий объём осознанного материала по дисциплине.

### Подготовка к контрольным работам

При подготовке к контрольным работам воспользуйтесь материалами лекций, рекомендованной литературой и методическими пособиями. Используйте методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям. Составьте план-конспект ответов на каждый вопрос контрольной работы.

Критерии оценивания контрольной работы:

Параметр	Баллы
<ul style="list-style-type: none"> <li>• соответствие теме,</li> <li>• адекватно и достаточно полно отражено содержание ответа,</li> <li>• полное ориентирование в проблеме вопроса.</li> </ul>	100 – 86 (отлично)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• соответствие теме,</li> <li>• не достаточно полно отражено содержание ответа, требуются уточняющие вопросы,</li> <li>• полное ориентирование в проблеме вопроса.</li> </ul>	85 – 76 (хорошо)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• соответствие теме,</li> <li>• не достаточно полно отражено содержание ответа, требуются уточняющие вопросы,</li> <li>• не полное/не точное ориентирование в проблеме вопроса.</li> </ul>	75 – 61 (удовлетворительно)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• не соответствует теме,</li> <li>• не отражено содержание ответа,</li> <li>• требуются уточняющие вопросы,</li> <li>• ответы на дополнительные вопросы не верные.</li> </ul>	60-50 (неудовлетворительно)

### Методические указания к выполнению реферата

В целях реализации задач дисциплины, поставленных в данной РУПД, часть самостоятельной работы студентов посвящена написанию реферата по индивидуальной теме. Общая направленность реферата – проработка технологических вопросов конкретного химического производства с обязательным рассмотрением следующих вопросов:

- исходное сырье для получения продукта, характеристике физических и физико-химических свойств продукта, области применения и масштабы производства продукта, характеристика основных способов производства, выбор и обоснование способа производства;

- предприятия-производители в нашей стране и за рубежом
- физико-химические закономерности выбранного технологического

процесса (термодинамика, кинетика, катализаторы.);

- технологическая схема процесса получения продукта и ее описание, основные реакционные аппараты, описание процессов в реакторах, схемы реакторов и их описание;

- основные энергетические характеристики процесса, водоподготовка и потребление воды в производстве продукта;

- степень экологической опасности исходного сырья, вспомогательных материалов, полупродуктов продукта. Характеристика источников загрязнения атмосферы (сточные воды, газовые выбросы, твердые отходы)

- перспективные направления развития технологии продукта, новые области его применения.

Темы рефератов представлены в (Приложение 2).

### **Методика написания реферата**

Целью написания рефератов является:

- привитие студентам навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);

- привитие студентам навыков компактного изложения мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;

- приобретение навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста;

- выявление и развитие у студента интереса к определенной научной и практической проблематике с тем, чтобы исследование ее в дальнейшем продолжалось в подготовке и написании курсовых и дипломной работы и дальнейших научных трудах.

Основные задачи студента при написании реферата:

- с максимальной полнотой использовать литературу по выбранной теме (как рекомендуемую, так и самостоятельно подобранную);

- верно передать материал в своей работе;

- уяснить для себя и изложить особо важные моменты и проблемы.

Требования к содержанию:

- материал, использованный в реферате, должен относиться строго к выбранной теме;

- материал должен отражать современное понимание проблемы

- реферат должен заканчиваться подведением итогов проведенной исследовательской работы: содержать краткий анализ

Структура реферата.

1. Начинается реферат с титульного листа.

Оформление титульного листа для реферата соответствует ГОСТ квалификационных работ

2. За титульным листом следует Оглавление. Оглавление - это план реферата, в котором каждому разделу должен соответствовать номер страницы, на которой он находится.

3. Текст реферата. Он делится на три части: введение, основная часть и заключение.

а) Введение - раздел реферата, посвященный постановке проблемы, которая будет рассматриваться и обоснованию выбора темы.

б) Основная часть - это звено работы, в котором последовательно раскрывается выбранная тема. Основная часть может быть представлена как цельным текстом, так и разделена на главы. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст.

в) Заключение - данный раздел реферата должен быть представлен в виде выводов, которые готовятся на основе подготовленного текста. Выводы должны быть краткими и четкими. Также в заключении можно обозначить проблемы, которые прояснились в ходе работы над рефератом.

4. Список источников и литературы. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и все иные, изученные им в связи с его подготовкой. В работе должно быть использовано не менее 5 разных источников, из них хотя бы один - на иностранном языке. Работа, выполненная с использованием материала, содержащегося в одном научном источнике, является явным плагиатом и не принимается. Оформление Списка источников и литературы должно соответствовать требованиям библиографических стандартов.

Объем работы должен быть, как правило, не менее 12 и не более 20 страниц. Работа должна выполняться через полуторный интервал 14 шрифтом, размеры оставляемых полей: левое - 25 мм, правое - 15 мм, нижнее - 20 мм, верхнее - 20 мм. Страницы должны быть пронумерованы.

Расстояние между названием части реферата или главы и последующим текстом должно быть равно трем интервалам. Фразы, начинающиеся с "красной" строки, печатаются с абзацным отступом от начала строки, равным 1 см.

При цитировании необходимо соблюдать следующие правила:

- текст цитаты заключается в кавычки и приводится без изменений, без произвольного сокращения цитируемого фрагмента (пропуск слов, предложений или абзацев допускается, если не влечет искажения всего

фрагмента, и обозначается многоточием, которое ставится на месте пропуска) и без искажения смысла;

- каждая цитата должна сопровождаться ссылкой на источник, библиографическое описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов.

Большая часть учебного материала должна быть проработана студентом самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой составной частью процесса подготовки специалистов.

### **Порядок сдачи реферата**

Реферат пишется студентами в течение семестра в сроки, устанавливаемые преподавателем, и сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

По результатам проверки студенту выставляется определенное количество баллов, которое входит в общее количество баллов студента, набранных им в течение семестра. При оценке реферата учитываются соответствие содержания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой, умение ставить проблему и анализировать ее, умение логически мыслить, владение профессиональной терминологией, грамотность оформления.

#### **Критерии оценивания реферата:**

<b>Параметр</b>	<b>Баллы</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• содержание соответствует выбранной теме,</li><li>• соблюдена четкость структуры работы,</li><li>• приведены данные отечественной и зарубежной литературы, проблема поставлена и проанализирована,</li><li>• владение профессиональной терминологией,</li><li>• грамотность оформления</li></ul>	100 – 86 (отлично)
<ul style="list-style-type: none"><li>• содержание соответствует выбранной теме,</li><li>• соблюдена четкость структуры работы,</li><li>• приведены данные отечественной и зарубежной литературы,</li><li>• допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы,</li><li>• владение профессиональной терминологией,</li><li>• допущены одна-две ошибки в оформлении работы</li></ul>	85 – 76 (хорошо)
<ul style="list-style-type: none"><li>• содержание соответствует выбранной теме,</li><li>• соблюдена четкость структуры работы,</li><li>• приведены данные нескольких основных источников по рассматриваемой теме,</li><li>• допущено не более 2 ошибок при объяснении смысла или содержания проблемы,</li><li>• слабое владение профессиональной терминологией,</li><li>• допущено не более 3 ошибок в оформлении работы</li></ul>	75 – 61 (удовлетворительно)
<ul style="list-style-type: none"><li>• содержание не соответствует выбранной теме,</li><li>• четкость структуры работы не соблюдена,</li></ul>	60-50

<ul style="list-style-type: none"> <li>• не раскрыта теоретическая составляющая темы,</li> <li>• допущено 3 и более ошибки в смысловом содержании раскрываемой проблемы,</li> <li>• профессиональная терминология не использована,</li> <li>• допущено 3 и более ошибки в оформлении работы</li> </ul>	(неудовлетворительно)
--	-----------------------

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно на консультациях согласно графику, оцениваются по пятибалльной системе.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Оценка «Отлично»

А) Задание выполнено полностью.

Б) Отчет/ответ составлен грамотно.

В) Ответы на вопросы полные и грамотные.

Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Хорошо»

А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».

В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.

Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Удовлетворительно»

А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».

В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.

Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

Оценка «Неудовлетворительно»

А) Программа не выполнена полностью.

Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.

В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Химическая технология»  
Специальность: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
специализация «Медицинская химия»

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**



## Паспорт оценочных средств по дисциплине «Химическая технология»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач;	Знает	основы теории фундаментальных разделов химической науки, прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической химии.
	Умеет	применять теоретические знания в фундаментальных разделах химической науки для выполнения профессиональных задач.
	Владеет	способностью усваивать новые знания в фундаментальных разделах химической науки и применять их в лаборатории и на производстве.
ПК-2 владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Знает	основные принципы работы на современной аппаратуре при проведении научных исследований.
	Умеет	работать на современной аппаратуре при проведении научных исследований.
	Владеет	способностью использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин, в том числе в области химической технологии, для анализа создающихся условий производственной деятельности и умением адаптироваться в новых условиях.
ПК -8 владение основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	Знает	основы теории фундаментальных разделов химической науки, применяемых в химическом и биотехнологическом производстве.
	Умеет	использовать теоретические знания для понимания основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства; ориентироваться в создающихся условиях производственной деятельности (анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов, выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов).
	Владеет	способностью к пониманию и анализу основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат.

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Организация химического производства Раздел 2. Компоненты химического производства	ОПК-1	Знает	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам.	экзамен (вопросы 1-15)
			Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам. Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6).	
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6). Сдача коллоквиума №1 (УО-2)	
2	Раздел 3. Идеальные реакторы Раздел 4. Реальные реакторы	ПК-2	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам. Собеседование (УО-1). Сдача коллоквиума №2 (УО-2).	экзамен (вопросы 16-25)
			Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам.	
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6).	

				Контрольная работа (ПР-2).	
3	Раздел 5. Производства неорганических и органических веществ	ПК -8	Знает	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам. Сдача коллоквиума №3 (УО-2)	экзамен (вопросы 26-41)
Умеет			Собеседование (УО-1). Реферат (ПР-4).		
Владеет			Собеседование (УО-1). Контрольная работа (ПР-2). Реферат (ПР-4)		

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-1 способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач.	знает	основы теории фундаментальных разделов химической науки, прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической химии.	знание смысла и значения специальных терминов, встречающихся в фундаментальных разделах химии.	знает формулировки основных законов и правил, составляющих основы теории фундаментальных разделов химии.
	умеет	применять теоретические знания в фундаментальных разделах химической науки для выполнения профессиональных задач.	умеет применить теоретические знания в области химии и химической технологии при выполнении научно-исследовательской и производственной деятельности.	умение использовать знания основ теории фундаментальных разделов химии в профессиональной деятельности. В частности умеет использовать современные методы расчетов и обосновывать оптимальные параметры технологических процессов.
	владеет	способностью усваивать новые знания в фундаментальных разделах химической науки и применять их в лаборатории и на производстве.	владение теоретическими знаниями и навыками термодинамических, кинетических и технологических расчетов.	владение теоретическими знаниями в фундаментальных разделах химической науки и практическими навыками расчетов технологических процессов (гидромеханических, массообменных, химических, процессов теплообмена и др.).
ПК-2 владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	знает	основные принципы работы на современной аппаратуре при проведении научных исследований.	знание основных технологических схем химических производств, типов химических реакторов и условий их работы.	знает технологические схемы и закономерностей производства основных неорганических и органических веществ. Знает принципы и условия работы химических реакторов.
	умеет	работать на современной аппаратуре при проведении научных исследований.	умение работать на современной аппаратуре при проведении научных исследований.	умеет работать на современной аппаратуре при проведении научных исследований.
	владеет	способностью использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин, в том	владение методами анализа и обобщения результатов расчетов в области	владеет способностью применять теоретические знания в области неорганической, органической, аналитической и физической

		числе в области химической технологии, для анализа создающихся условий производственной деятельности и умением адаптироваться в новых условиях.	химии и химической технологии	химии для анализа всех аспектов химического и биотехнологического промышленного производства. Умеет рассчитать сырьевые и энергетические затраты производства.
ПК -8 владение основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	знает	основы теории фундаментальных разделов химической науки, применяемых в химическом и биотехнологическом производстве.	Знание теории фундаментальных разделов химической науки, применяемых в химическом и биотехнологическом производстве	Способен сформулировать основные теоретические положения фундаментальных разделов химической науки, применяемых в химическом и биотехнологическом производстве
	умеет	использовать теоретические знания для понимания основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства; ориентироваться в создающихся условиях производственной деятельности (анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов, выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов).	Умение применять теоретические знания для понимания основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства; ориентироваться в создающихся условиях производственной деятельности (анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов, выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов).	Способен применять теоретические знания для понимания основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства; ориентироваться в создающихся условиях производственной деятельности (анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов, выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов).
	владеет	способностью к пониманию и анализу основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат.	Владеет основными химическими, физическими и техническими аспектами химического и биотехнологического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат.	Способен к анализу основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат.

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания  
результатов освоения дисциплины  
Перечень оценочных средств**

**I. Устный опрос**

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) – Вопросы по темам/разделам дисциплины.

2. Коллоквиум (УО-2) (Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.) – Вопросы по темам/разделам дисциплины.

3. Экзамен (Средство промежуточного контроля) – Вопросы к экзамену, образцы билетов.

**II. Письменные работы**

1. Контрольная работа (ПР-2) (Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу) - Комплект контрольных заданий.

2. Реферат (ПР-4) (Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.) – Темы рефератов.

3. Лабораторная работа (ПР-6) (Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу) – Темы лабораторных работ представлены в соответствующем разделе.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Химическая технология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Химическая технология» предусмотрен экзамен (6 семестр). Экзамен проводится в устной форме: устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов.

**Вопросы к экзамену**

1. Химическая технология, как наука и сфера материального производства

2. ХТП и ХТС их структура и способ организации.

3. Расчеты ХТС и ХТП. Моделирование ХТС.
4. Материальные и тепловые балансы ХТС. Эксергетический анализ ХТС.
5. Сырье, способы обогащения твердого, жидкого и газообразного сырья. Комплексное использование сырьевых ресурсов.
6. Водоподготовка.
7. Использование законов термодинамики для химико-технологических расчетов.
8. Стехиометрические расчеты. Степень превращения, селективность, выход для обратимых и необратимых реакций
9. Эксергетический метод термодинамического анализа.
10. Понятие о микро- и макро- кинетике. Скорости необратимых, обратимых, экзотермических, эндотермических, последовательных и параллельных реакций.
11. Классификация ХТП. Значение гидродинамических процессов в химическом производстве. Использование основных законов гидродинамики и гидростатики.
12. Гидродинамика псевдоожиженного слоя.
13. Значение теплообменных процессов и их расчеты. Основные типы теплообменных аппаратов.
14. Моделирование и расчеты массопереноса. Молекулярный и конвективный массообмен.
15. Ректификация. Работа ректификационных колонн. Применение ректификации в химической технологии.
16. Влияние температуры и давления на скорости и степень превращения веществ для обратимых реакций. Понятие об оптимальном температурном режиме.
17. Скорости гетерогенных процессов. Понятие лимитирующей стадии. Зависимость скорости гетерогенного процесса от диффузного и химического сопротивления.
18. Гетерогенно-каталитические процессы. Реакторы для каталитических процессов.
19. Реакторы, работающие в режиме идеального вытеснения, изменение параметров, использование.
20. Реакторы, работающие в режиме идеального смешения, изменение параметров, использование.
21. Каскад реакторов идеального смешения. Преимущества использования каскадов РИС.
22. Реальные реакторы. Однопараметрические модели реакторов.

23. Абсорбционные процессы в производстве кислот, устройство абсорбционных аппаратов.
24. Синтез аммиака, технологические особенности процессов.
25. Технология серной кислоты, выбор сырья, Сравнительный анализ технологических схем.
26. Технология серной кислоты, устройство основных аппаратов, создание оптимального температурного режима.
27. Производство азотной кислоты.
28. Производство азотных удобрений. Аммиачная селитра.
29. Производство карбамида.
30. Производство капролактама.
31. Производство фосфатных удобрений.
32. Электрохимические производства, электролиз воды, электролиз раствора хлорида натрия.
33. Технологические основы производства чугуна и стали.
34. Производство уксусной кислоты и уксусного ангидрида.
35. Химические методы переработки нефти.
36. Производство метанола.
37. Производства на основе синтез газа.
38. Производства изопрена.
39. Технология полимеров на примере каучука.
40. Способы полимеризации и их особенности (эмульсионная, суспензионная, в растворе, блочная).
41. Рациональное использование сырьевых ресурсов

### **Примеры задач:**

1 Из 100т полиметаллической руды было получено 84кг молибденового концентрата со степенью концентрации 8,33%. Массовая доля молибдена в концентрате равна 50%. Определите выход концентрата и степень извлечения металла.

2 Исходные концентрации веществ в реакции  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$ , были  $[\text{CO}] = 0,05$  моль/л;  $[\text{Cl}_2] = 0,07$  моль/л. К моменту наступления равновесия прореагировало 50% исходного CO. Вычислить давление газовой смеси в момент равновесия, если температура ее была 50°C.

3 Минеральная вода содержит в 1л 0,3894г ионов кальция и 0,0884г ионов магния, какова ее жесткость?

4 Вычислить под каким давлением степень диссоциации  $\text{N}_2\text{O}_4$  при 50°C равна 50%, если  $K_p$  равна 0,867.

## Образцы экзаменационных билетов

### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

ООП 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия

специализация «Медицинская химия»

Дисциплина «Химическая технология»

Форма обучения: очная

Семестр 6 \_\_\_\_\_ учебного года

Реализующая кафедра: Химических и ресурсосберегающих технологий

#### Экзаменационный билет № 1

1. Реакторы, работающие в режиме идеального смешения, изменение параметров, применение.
2. Рациональное использование сырьевых ресурсов.
3. Производство капролактама.

Зав. кафедрой

В.А. Реутов

М.П. (школы)

### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

ООП 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия

специализация «Медицинская химия»

Дисциплина «Химическая технология»

Форма обучения: очная

Семестр 6 \_\_\_\_\_ учебного года

Реализующая кафедра: Химических и ресурсосберегающих технологий

#### Экзаменационный билет № 2

1. Водоподготовка в химической технологии.

2. Сравнительный анализ работы реакторов РИС-Н и РИВ-Н
3. Конверсия метана

Зав. кафедрой

В.А.Реутов

М.П. (школы)

### **Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Химическая технология»**

#### **Оценка «Отлично»**

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

#### **Оценка «Хорошо»**

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке «Отлично».
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, наблюдалась «шероховатость» в изложении материала.

#### **Оценка «Удовлетворительно»**

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

#### **Оценка «Неудовлетворительно»**

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Химическая технология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Химическая технология» проводится в форме контрольных мероприятий УО-1, УО-2, ПР-2, ПР-4, ПР-6 (собеседования, контрольных и лабораторных работ, коллоквиумов, рефератов) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется преподавателем. Объектами оценивания выступают:



- учебная дисциплина (подготовленность к занятиям, активность на занятиях, посещаемость всех видов занятий по дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками;
- результаты самостоятельной работы.

### **Вопросы собеседований при проверке готовности к лабораторным работам**

#### **Тема: Меры предосторожности при работе в лаборатории**

1. Где необходимо производить все опыты с ядовитыми, неприятно пахнущими веществами, упаривание кислот и растворов?
2. Где необходимо производить опыты с легко воспламеняющимися веществами?
3. Какие правила необходимо соблюдать при работе с натрием и другими щелочными металлами?
4. При нагревании растворов в пробирке как следует ее держать?
5. Не наклонять лицо над нагреваемой жидкостью или выделяемыми веществами во избежание брызг на лицо.
6. Как определить запах пахучих веществ, в том числе и выделяющихся газов?
7. Какие правила необходимо соблюдать при работе с твердыми щелочами (измельчение крупных кусочков, наполнение щелочью осушительных колонок, приготовление смесей для сплавления и т.д.)?
8. Какие правила необходимо соблюдать при разбавлении концентрированных кислот, особенно серной?
9. Какие правила необходимо соблюдать при работе с легко воспламеняющимися жидкостями?
10. Какие правила необходимо соблюдать при работе с остатками соединений ртути, других токсичных веществ, а также соединений редких и ценных металлов?
11. Какие правила необходимо соблюдать при работе со стеклянными приборами, содержащими остатки белого и красного фосфора?
12. Какие правила необходимо соблюдать при работе со стеклянной посудой?
13. Какие правила необходимо соблюдать при работе на ротор-испарителе?

#### **Оказание первой помощи в лаборатории**

1. Что необходимо делать при попадании на кожу (рук, лица и т.д.) концентрированных кислот (серной, азотной, уксусной и т.д.)?

2. Что необходимо делать при ожоге кожи растворами щелочей или кислот?

3. Что необходимо делать при попадании брызг кислоты или щелочи в глаза?

4. Что необходимо делать при ожоге горячими предметами (стекло, металлы и т.д.)?

6. Что необходимо делать при отравлении хлором, бромом, сероводородом, окисью углерода?

### **Вопросы коллоквиумов**

#### **Коллоквиум № 1 по разделу «Химико-технологические процессы»**

1. Предмет и цели и задачи химической технологии.

2. Химико-технологические системы.

3. Три этапа моделирования ХТС

4. Моделирование с использованием критериев подобия.

5. Иерархическая организация ХТС.

6. Сырье, способы его обогащения. Комплексная переработка сырья.

7. Обогащение твердого, жидкого и газообразного сырья.

8. Вода и водоподготовка. Коагуляция и умягчение воды. Аппараты для очистки воды.

9. Классификация процессов химической технологии.

10. Гидромеханические процессы. Основные характеристики жидкостей и газов. Уравнение гидростатики. Расчет сепаратора. Уравнение гидродинамики. Скорость потока. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Уравнение Стокса.

11. Работа водоструйного насоса.

12. Фильтрация, работа фильтров.

13. Псевдооживление.

14. Тепловые процессы. Виды переноса теплоты. Расчеты для различных видов переноса теплоты. Тепловые критерии подобия.

15. Нагревание и охлаждение. Теплообменные аппараты.

16. Массообменные процессы. Уравнение массообмена. Виды массообмена. Расчет высоты массообменного аппарата.

17. Устройство и работа ректификационных колонн. Расчет рабочих линий ректификационной колонны. Флегмовое число, число теоретических тарелок.

18. Химические процессы. Основные понятия (степень превращения, селективность, выход).

19. Влияние температуры на скорость и степень превращения вещества для простой обратимой реакции. Оптимальный температурный режим. ЛОТ.

20. Влияние концентрации на скорость процессов.

21. Гетерогенные процессы. Константа скорости гетерогенного процесса, ее зависимость от констант скорости химической реакции и диффузии. Снятие диффузного сопротивления.

22. Гетерогенно-каталитические процессы. Характеристики катализаторов, устройство аппаратов для каталитических реакций.

**Коллоквиум № 2 по разделу «Аппараты химических производств»**

1. Моделирование движения потоков

2. Основные типы идеальных реакторов: РИВ, РИС, каскад

3. Реальные реакторы

4. Реакторы гетерогенно-каталитических процессов

5. Решение задач по теме реакторы (эффективность работы реакторов)

6. Адиабатические, изотермические реакторы

7. Реакторы промежуточного режима

8. Решение уравнений теплового баланса

9. Создание и поддержание оптимального температурного режима

10. Материальный и энергетический балансы

11. Решение задач по РК и материальному балансу

**Коллоквиум № 3 по разделу «Химические производства»**

1. Аммиак

2. Азотная кислота

2. Конверсия метана

4. Серная кислота

5. Фосфатные удобрения

6. Карбамид и аммиачная селитра

7. Метанол

8. Уксусный ангидрид и уксусная кислота

9. Формальдегид

10. Изопрен

11. Стирол

12. Капролактам и синтетическое волокно

13. Полистирол

14. Бутадиен-стирольный каучук

15. Изопреновый каучук

16. Переработка жидкого топлива

17. Переработка твердого топлива

18. Сырье, его подготовка, обогащение, если оно есть

19. Строение, физические и химические свойства получаемого вещества

20. Уравнения происходящих реакций
21. Технологическая схема производства
22. Используемые технологические приемы, расчеты
23. Очистка
24. Экологические аспекты производства
25. Направления использования продукта. Основные производители в
26. России и за рубежом, масштабы производства.

### **Темы рефератов**

1. Окисление парафинов. Производство карбоновых кислот. Теревталева кислота.
2. Фенолформальдегидные и мочевиноальдегидные смолы. Полиуретаны.
3. Искусственные и синтетические волокна, приемы формирования волокон. Каучуки, характеристика каучуков, их производство. Резины.
4. Производство стирола и полистирола
5. Изопрен, производство, история и современность
6. Производство капролактама и капрона
7. Производство окиси этилена
8. Производство чугуна и стали
9. Производства карбоновых кислот (уксусная кислота)
10. Кремнийорганические полимеры.
11. Производство чугуна и стали
12. Производство изопренового каучука
13. Производство ацетальдегида
14. Производство окиси этилена.

### **Примеры заданий контрольных работ**

#### **№1. Вопросы и задания по разделу «Химико-технологические процессы»**

1. Расположить в порядке их появления способы моделирования:  
математическое  
эмпирическое  
критериальное
2. Изобразить схему рецикла
3. Способы обогащения сырья зависят от его.....
4. Электромагнитное разделение основано на различной.....
5. Высшие карбоновые кислоты применяют во флотации как.....
6. Теплообменник с горячей водой находится в зоне ..... гиперсорбера
7. Жесткость воды складывается из .....

8. Уравнение реакции устранения временной жесткости воды фосфатным методом .....
9. Какая масса соды необходима для устранения жесткости 1 л воды, насыщенного сульфатом кальция при 20<sup>0</sup> С, если растворимость последнего 2 г/л?
10. Для удаления твердых примесей в сточных водах применяют методы .....
11. Схема аппарата для умягчения воды содовым или известково-содовым методом.
12. Процесс, в котором движущей силой является разница температур, называется.....
13. Выражение для константы скорости гетерогенного процесса.....
14. Основное уравнение гидростатики имеет вид.....
15. Движущая сила процесса фильтрования - .....
16. Тепловой критерий Нуссельта.....
17. Для нагревания выше 170<sup>0</sup>С используют.....
18. Рекуператоры-это.....
19. Изобразить конденсатор смешения.....
20. При конвективной диффузии масса вещества равна произведению.....
21. На диаграмме «состав смеси – температура» нижняя кривая называется .....
22. Снизу ректификационной колонны расположен.....
23. Дефлегматор делит пары на ..... и .....
24. Флегма по составу является .....
25. Изобразить пленочную ректификационную колонну.
26. Селективностью называется.....
27. Константа равновесия для обратимой эндотермической реакции с ростом температуры .....
28. ЛОТ существует для ..... обратимых реакций
29. Контактные массы катализаторов состоят из:.....
30. Объемная скорость в контактном аппарате определяется по формуле.....
31. Рассчитать расходные коэффициенты по сырью в производстве фосфата аммония. Фосфорная кислота имеет концентрацию 58%, а аммиак содержит 2% влаги.

## **№ 2. Вопросы и задания по разделу «Аппараты для химических процессов»**

1. По режиму движения потоков веществ реакторы делят на.....

2. Основным критерием работы реактора является .....
  3. Какое время потребуется для достижения  $\chi_A=0,85$  в РИС-Н, если процесс описывается реакцией  $A \rightarrow R$ , с константой скорости  $0,12 \text{ мин}^{-1}$ , а концентрация вещества А в потоке равна  $3 \text{ кмоль/м}^3$ .
  4. Расчетное уравнение реактора идеального смешения, работающего в периодическом режиме.....
  5. Изобразить графически зависимость  $c=f(x,y,z)$  для РИС.
  6. Эффективность РИС-Н ....., чем РИВ-Н.
  7. Время пребывания в РИС может быть рассчитано через его объем по формуле.....
  8. Каскад – это .....
  9. Причинами отклонения реакторов от идеального режима являются.....
  10. Критерий Пекле выражается формулой..... и означает.....
  11. Для диффузной модели учитывается перемешивание.....
  12. В уравнение теплового баланса реактора входят слагаемые.....
  13. Что означает каждая величина в выражении  $v\Delta H$  и какой смысл имеет все выражение?
  14. Вид уравнения теплового баланса зависит от.....
  15. Изобразить зависимость  $\chi = f(T)$  для каскада реакторов с теплообменниками между ними.
  16. Искусственная нестационарность – это.....
  17. Рассчитать расходные коэффициенты по сырью в производстве фосфата аммония. Фосфорная кислота имеет концентрацию 58%, а аммиак содержит 2% влаги.
1. Жидкофазная реакция описывается реакцией  $2A \rightarrow R$  с константой скорости равной  $2,3 \text{ л/моль} \cdot \text{мин}$  протекает в РИС-Н объемом  $0,4 \text{ м}^3$ , Объемный расход реакционной смеси =  $3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ , если  $C_{A0}=0,5 \text{ кмоль/м}^3$ . Найти производительность реактора по продукту R и рассчитать объем реактора вытеснения для этой производительности.

## Критерий оценки

### I. Устный ответ

**100-85 баллов** - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**85-76 - баллов** - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**75-61 - балл** - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**60-50 баллов** - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

## **II. Оценка письменных работ**

Критерии те же. Из оценок за каждый вопрос выводится средняя итоговая оценка за письменную работу.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
по дисциплине «Химическая технология»

**Специальность: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**  
специализация «Медицинская химия»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**



### **Методическое обеспечение дисциплины:**

1. Хабалов, В.В. Методические указания к лабораторным работам по общей химической технологии / В.В. Хабалов. – Владивосток.: ДВГУ, 1985.
2. Хабалов, В.В. Методические указания к выполнению лабораторных работ по химической технологии. Раздел "Процессы и аппараты" / В.В. Хабалов. – Владивосток.: ДВГУ, 1991.
3. Акимова, Т.И. Лабораторные работы по химической технологии органических веществ / Т.И. Акимова. – Владивосток.: ДВГУ, 1986.
4. Реутов, В.А. Разделение неоднородных смесей / В.А. Реутов. -Владивосток.: ДВГУ, 2005.
5. Реутов, В.А. Механические процессы / В.А. Реутов. - Владивосток.: ДВГУ,- 2005.
6. Свистунова, И.В. Лабораторные работы по общей химической технологии / И.В. Свистунова, А.С. Чудовский, В.А. Реутов.-Владивосток.: ДВФУ, 2015.