

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Димитровградский инженерно-технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Общая химическая технология»**

**Специальность** 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

**Квалификация выпускника** инженер

**Специализация** Химическая технология материалов ядерного топливного цикла

**Форма обучения** очная

**Выпускающая кафедра** кафедра радиохимии

**Кафедра-разработчик рабочей программы** кафедра радиохимии

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет/кр)
6	180 (5)	36	54	0	90	Зачет
7	144 (4)	17	34	0	57	Экзамен
<b>Итого</b>	<b>324 (9)</b>	<b>53</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	<b>147</b>	

Димитровград  
2021 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.12.2012г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно установленного НИЯУ МИФИ (далее – Образовательный стандарт (или ОС) НИЯУ МИФИ), по специальности 18.05.02. Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденного Ученым советом университета (протокол № 18/03 от 31.05.2018 г., актуализировано Ученым советом университета (протокол № 21/11 от 27.07.2021 г.)), учебного плана ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Составители рабочей программы

Доцент кафедры технологии машиностроения,

к.т.н.

(должность, ученое звание, степень)

  
(подпись)

А.П. Зенцов

(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиохимии  
протокол № 6 от 25.03.2021г.

Зав. кафедрой-разработчика

«25» 03 2021г.

  
(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. выпускающей кафедрой

«01» 04 2021г.

  
(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

Руководитель ООП,

Лизин А.А., к.х.н.,

и.о. зав. кафедрой радиохимии

«01» 04 2021г.

  
(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	4
3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	11
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	12
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	23
ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	25
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	25

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** преподавания дисциплины «Общая химическая технология» является обучение студентов понятиям, закономерностям химико-технологических процессов и химико-технологических систем, закономерности гомогенных и гетерогенных каталитических и некаталитических процессов, а также сформировать у студентов навыки сбора, анализа статистической обработки информационных сведений по химико-технологическим системам, по энергетическим и экологическим проблемам химической технологии. Знакомство обучаемых с наиболее распространенным оборудованием и процессами в химических технологиях материалов современного ядерного топливного цикла.

**Задачами** дисциплины являются:

- знакомство с составом и структурой производств основных химических продуктов;
- овладение теорией химических процессов и химических реакторов;
- обучение современным методам и приемам анализа и разработки типовых и наукоемких энерго-ресурсосберегающих химико-технологических процессов в химической технологии и радиохимии;
- овладение навыками технологических расчетов, необходимых в профессиональной деятельности.

Дисциплина «Общая химическая технология» базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении общеинженерных дисциплин: общая химия, физическая химия, физика, механика.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по специальности.

**Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-2 Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	З-ОПК-2 Знать: современное технологическое и аналитическое оборудование применяемое в атомной отрасли, способы его использования при проведении научных исследований У-ОПК-2 Уметь: обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований В-ОПК-2 Владеть: навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с его использованием научных исследований при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла

<p>ОПК-4 Способен использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, осуществлять теоретический анализ и экспериментальную проверку адекватности модели</p>	<p>З-ОПК-4 Знать: принципы математического моделирования химико-технологических процессов и методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и (или) физико-химических моделей  У-ОПК-4 Уметь: применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии, а также уметь использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ  В-ОПК-4 Владеть: методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов</p>
<p>ОПК-6 Способен использовать информацию, полученную при осуществлении своей профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности в том числе защиты государственной тайны</p>	<p>З-ОПК-6 Знать: правовые основы информации и информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны  У-ОПК-6 Уметь: прогнозировать и минимизировать риски работы с информацией, полученной при осуществлении своей профессиональной деятельности  В-ОПК-6 Владеть: базовыми программными методами защиты информации при работе с компьютерными системами; организационными мерами и приемами антивирусной защиты; методами и технологиями соблюдения информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p>

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основы теории химических процессов и реакторов;
- методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;
- основные реакционные процессы и реакторы химической технологии;
- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- основные химические производства.

Уметь:

- рассчитать основные характеристики химического процесса;
- выбрать рациональную схему производства заданного продукта;
- оценить технологическую эффективность производства;
- выбрать эффективный тип реактора;
- провести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе;
- разработать технологическую и аппаратурную схемы процессов предприятий ядерно-топливного цикла с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства.

Владеть:

- методами анализа эффективности работы химических производств;
- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;
- методами выбора химических реакторов.
- методами анализа технических заданий на проектирование, разработки технологических схем, технологической и технической документации.

### 3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное и трудовое воспитание	<b>В15-</b> формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса и мотивации к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.

### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Общая химическая технология относится к базовой части общепрофессионального модуля учебного плана по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

#### 4.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины Общая химическая технология составляет 9 зачетных единиц (ЗЕТ), 324 академических часов.

Таблица 4.1 Объём дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр	
		6	7
<b>Контактная работа с преподавателем</b> в том числе:	<b>141</b>	<b>90</b>	<b>51</b>
– аудиторная по видам учебных занятий			
– лекции	53	36	17
– практические занятия	88	54	34
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> в том числе:	<b>147</b>	<b>90</b>	<b>57</b>
– изучение теоретического курса	47	30	17
– расчетно-графические работы, задачи	88	54	34
– реферат	12	6	6
<b>Вид промежуточной аттестации, зачет/экзамен</b>	Зач./Экз 36	Зач.	Экз. 36
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>324</b>	<b>180</b>	<b>144</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	8	4	4

Таблица 4.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы							Формируемые индикаторы освоения компетенций	
		Лекции	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные работы	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа	в том числе в форме практической подготовки		Всего часов
1	Химическое производство, иерархическая организация процессов в химическом производстве. Общие закономерности химических процессов	20	42	3	-	-	54	-	116	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2 З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4 З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6
2	Сырье в химической промышленности. Принципы рационального использования сырья	4	6	1	-	-	13	-	23	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2 З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4 З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6
3	Основные типы химических реакторов, их структурные элементы (реакционная зона, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы), основные процессы и явления в них	12	6	-	-	-	30	-	48	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2 З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4 З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6
4	Гидродинамические модели реакторов. Каскад реакторов идеального смешения непрерывного действия.	6	28	-	-	-	20	-	54	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2 З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4 З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6
5	Промышленные химические производства серной кислоты, аммиака, стирола)	10	6	-	-	-	20	-	36	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2 З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4 З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6
6	Современные тенденции в развитии химической технологии.	1	-	-	-	-	10	-	11	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2 З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4 З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6
<b>ИТОГО</b>		<b>53</b>	<b>88</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>147</b>	<b>15</b>	<b>288</b>	

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 4.3 - Лекционный курс

№ занятия	Номер раздела	Тема лекции	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
<b>6 семестр</b>				
1	1	Введение. Предмет и содержание курса ОХТ. Основные закономерности процессов химической технологии. Теоретические основы процессов химической технологии.	2	-
2	1	Химико-технологическая система, ее состав и структура. Основные этапы создания ХТС	2	-

3-4	1	Синтез ХТС. Понятие и задачи синтеза ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов. Основные концепции при синтезе ХТС: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры. Их содержание и способы реализации	4	1
5	1	Комбинированные производства, совмещенные процессы, вторичные энергетические ресурсы, энерготехнологические системы, перестраиваемые ХТС, замкнутые, малоотходные производства - их понятия, особенности и применение.	2	-
6	1	Однородные технологические схемы: система рекуперативного теплообмена, система разделения многокомпонентной смеси, система реакторов. Основы построения их оптимальной структуры	2	1
7	1	Закономерности управления химико-технологическими процессами	2	-
8	1	Закономерности управления простым необратимым гетерогенным процессом	2	-
9	1	Закономерности управления простым обратимым гомогенным процессом	2	-
10	1	Закономерности управления сложными процессами	2	-
11-12	2	Сырье в химической промышленности. Принципы рационального использования сырья. Способы обогащения минерального сырья. Измельчение твердых материалов. Теории Риттингера и Кирпичева – Кика. Принципы измельчения материалов. Устройство машин для крупного, среднего и мелкого дробления	4	2
13	3	Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы (реакционная зона, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы), основные процессы и явления в них.	2	2
14-16	3	Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания: химическая реакция, химический процесс в элементарном объеме, процессы в реакционном элементе и в реакторе в целом, их взаимосвязь и иерархическая структура математической процесса в реакторе. Примеры процессов в различных видах химических реакторов.	6	1
17-18	3	Закономерности управления каталитическими процессами. Особенности реакторов с использованием твердых катализаторов в стационарном и во взвешенном состояниях. Классификация реакторов по подводу и отводу теплоты. Элементы технологического расчета реакторов. Методы активации химических реакций	4	1
Итого за семестр:			36	9
7 семестр				
19	4	Теория химического реактора. Гидродинамические модели реакторов. Вывод характеристических уравнений	2	-
20	4	Каскад реакторов идеального смешения непрерывного действия	2	1
21	4	Теплоперенос в химических реакторах	2	-
22	5	Промышленные химические производства. Химические производства рассматриваются предметно как реализация изученных теоретических основ химико-технологических процессов и ХТС, концепций построения высокоэффективной ХТС. Основной акцент делается на физико-химические основы концепции построения технологической схемы производства и его подсистем	2	-
23	5	Производство серной кислоты: свойства и применение химического продукта. Способы получения. Теоретические основы производства. Тип схемы и аппаратурное оформление ХТП	2	1
24	5	Производство аммиака: свойства и применение химического продукта. Способы получения. Теоретические основы производства.	2	1



		Тип схемы и аппаратурное оформление ХТП		
25	5	Производство серной кислоты: свойства и применение химического продукта. Способы получения. Теоретические основы производства. Тип схемы и аппаратурное оформление ХТП	2	1
26	5	Производство стирола: свойства и применение химического продукта. Способы получения. Теоретические основы производства. Тип схемы и аппаратурное оформление ХТП	2	1
27	6	Современные тенденции в развитии химической технологии. Текущее состояние химической промышленности в мире и тенденции ее развития. Перспективные источники сырья и энергии. Кластеризация химической промышленности. Совмещенные процессы. Гибкие и перестраиваемые технологические схемы. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов. Нанотехнология	1	1
Итого за семестр:			17	6
Итого:			53	17

Таблица 4.4 - Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в формате практической подготовки
6 семестр				
1-2	1	Определение основных технологических критериев химико-технологического процесса (выхода, степени превращения)	4	-
3-4	1	Расчеты с использованием законов химической кинетики	4	-
5-7	1	Термохимия. Химическое равновесие. Химическая кинетика	6	-
8	1	Материальный баланс химико-технологических процессов.	2	-
9-10	1	Составление и расчет материальных и энергетических (тепловых) балансов химико-технологических процессов	4	1
11-12	1	Стехиометрический материальный баланс. Составления стехиометрических балансов	4	-
13-15	1	Практический материальный баланс. Примеры расчета материальных балансов технологических процессов.	6	1
16-18	1	Составление и расчет тепловых балансов химико-технологических процессов	6	1
19-21	1	Составление кинетических моделей гетерогенных процессов	6	-
22-24	2	Определение расходных коэффициентов по сырью	6	1
25-27	3	Технико-экономические показатели химических производств.	6	-
Итого за семестр:			54	4
7 семестр				
1-2	4	Элементы расчетов химических реакторов различного типа. Тепловые расчеты химико-технологических процессов.	4	-
3-5	4	Примеры расчета тепловых балансов ХТП.	6	2
6-8	4	Составление и расчет тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Особенности расчета балансов в схемах с рециклом. Формы представления балансов (таблицы, диаграммы и др.).	6	2
9-11	4	Однородные технологические схемы: система рекуперативного теплообмена, система разделения многокомпонентной смеси, система реакторов. Основы построения их оптимальной структуры.	6	-
12-14	4	Промышленный катализ и химические реакторы. Основные химические модели в химических реакторах. Промышленные химические реакторы.	6	-

15	5	Производство аммиака: свойства и применение химического продукта. Способы получения.	2	-
16	5	Производство серной кислоты: свойства и применение химического продукта.	2	-
17	5	Производство стирола: свойства и применение химического продукта. Способы получения.	2	-
Итого за семестр:			34	4
Итого:			88	8

Таблица 4.5 - Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

Таблица 4.6 - Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов	
1	1.1	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2	
	2.1	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2	
	2.2	Подготовка к практической работе и оформление отчета	2	
	2.3	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2	
	2.4	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4	
	2.5	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2	
	2.6	Подготовка к практической работе и оформление отчета	2	
2	3.1	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2	
	3.2	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4	
	3.3	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2	
	3.4	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4	
	3.5	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2	
	3.6	Выполнение домашнего задания. Решение задач.	4	
	3.7	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2	
	3.8	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4	
	3.9	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2	
	3.10	Подготовка к практической работе и оформление отчета	2	
	3	3.11	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
		3.12	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4
		3.13	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
		3.14	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4
		3.15	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
		3.16	Подготовка к практической работе и оформление отчета	2
		3.17	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
		3.18	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4
		3.19	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
		3.20	Подготовка к практической работе и оформление отчета	2
		3.21	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
		3.22	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4
		3.23	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
		3.24	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4

	3.25	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
	3.26	Написание реферата.	6
	3.27	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
	3.28	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4
4	4.1	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2
	4.2	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4
	4.3	Подготовка к практической работе и оформление отчета	2
	4.4	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2
	4.5	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4
	4.6	Подготовка к практической работе и оформление отчета	2
	4.7	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
	4.8	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	2
	4.9	Подготовка к практической работе и оформление отчета	
	4.10	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
5	5.1	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4
	5.2	Подготовка к практической работе и оформление отчета	2
	5.3	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2
	5.4	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	4
	5.5	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2
	5.5	Написание реферата.	6
	5.6	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2
	5.7	Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	2
	5.8	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	2
6	6.1	Подготовка к практической работе и оформление отчета	2
	6.2	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия.	1
	6.3	Подготовка к промежуточной аттестации. Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	2
ИТОГО:			147

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Общие образовательные технологии, применяемые в процессе изучения дисциплины «Общая химическая технология» подробно изложены в методических указаниях «Методические рекомендации для преподавателей по организации аудиторной работы студентов / сост. С.Н. Власов. – Димитровград: ДИТИ НИЯУ МИФИ, 2015. – 34 с.». Кроме того, дополняющие образовательные технологии, применяемые в процессе изучения дисциплины «Общая химическая технология» следующие

- развивающее обучение;
- проблемное обучение;
- коммуникативное обучение;
- проектная технология;
- информационно-коммуникативные технологии;
- групповые технологии;
- компетентностный подход;
- деятельностный подход.

Организационные формы преподавания следующие:

- учебно-исследовательская деятельность;
- создание продуктов и макетов;
- работа в системе погружения.

### 5.1 ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

В таблице 5.1 приведена реализация организационных форм обучения применительно к дистанционной технологии обучения по дисциплине «Общая химическая технология»:

Организационные формы дистанционного обучения

Таблица 5.1

Организационная форма занятия	Средства организации общения
Лекционные занятия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• видеоконференции;</li> <li>• форумы (в том числе аудио и видео).</li> </ul>
Практические занятия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• средства совместной групповой работы;</li> <li>• электронная почта;</li> <li>• текстовый и графический форумы и др.</li> </ul>
Консультации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• электронная почта;</li> <li>• электронные дискуссии и др.</li> </ul>
Самостоятельная работа	<ul style="list-style-type: none"> <li>• электронная почта;</li> <li>• электронные дискуссии;</li> <li>• текстовый форум;</li> <li>• средства совместной групповой работы и др.</li> </ul>

**Лекционные занятия.** Лекционные занятия, проводимые по дистанционной технологии, в отличие от традиционных аудиторных, обычно являются асинхронными и исключают живое общение с преподавателем (обучающийся самостоятельно знакомится с электронными текстами лекции, ауди-видео лекциями).

**Практические занятия.** Практические занятия предполагают использование средств коллективного взаимодействия, которые должны поддерживать интенсивное взаимодействие между участниками группы. При необходимости учащиеся могут использовать вспомогательные программные средства, которые позволяют автоматизировать процесс выполнения заданий.

**Консультации.** Консультации, проводимые по дистанционной технологии, являются одной из форм руководства работой обучаемых и оказания им помощи в самостоятельном изучении дисциплины. Чаще всего для консультаций используется телефон и электронная почта, реже – электронные дискуссии. Электронные дискуссии могут оказаться полезными, если консультации проводятся в групповом режиме. Консультации помогают педагогу оценить личные качества обучаемого: интеллект, внимание, память, воображение и мышление.

**Самостоятельная работа.** Она проводится как в групповом, так и индивидуальном режиме, с использованием синхронных средств (текстового и графического форумов) для облегчения взаимопонимания в ходе выполнения совместной работы. По запросу обучающихся могут проводиться и индивидуальные консультации.

## 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

**Виды оценочных средств по дисциплине «Общая химическая технология»:**

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные интервалы времени лектором и преподавателем (-ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующей форме:

- устного опроса;

- письменных заданий;
- тестирования;
- рефератов;
- коллоквиумов.

**Промежуточный контроль** по результатам семестров проходит в форме зачета и письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы).

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, перечислены в Приложении.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Для контроля и оценивания качества знаний студентов применяются пятибалльная (русская), стобалльная и европейская (ECTS) системы оценки качества обучения студентов.

Связь между указанными системами приведена в таблице:

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS	Градация
90-100	отлично	зачтено	A	отлично
85-89	хорошо		B	очень хорошо
75-84			C	хорошо
70-74			D	удовлетворительно
65-69	удовлетворительно		E	посредственно
60-64			F	неудовлетворительно
ниже 60	неудовлетворительно	не зачтено	F	неудовлетворительно

#### **Характеристика знаний студентов:**

**Зачтено/«Отлично»** - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

**Зачтено/«Очень хорошо»** - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.

**Зачтено/«Хорошо»** - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Зачтено/«Удовлетворительно»** - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Зачтено/«Посредственно»** - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

**Не зачтено/«Неудовлетворительно»** - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

## **6.1 ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ**

Входной контроль по дисциплине не предусмотрен.

## 6.2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### 6.2.1 Устный опрос.

*Устный опрос* — метод контроля, реализуемый в виде беседы преподавателя с обучающимся по темам дисциплины «Общая химическая технология». Он используется как средство определения объема знаний обучающегося по определенному разделу дисциплины и как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций ОПК-2 и ОПК-4 и ОПК-6 в процессе освоения дисциплины.

Содержит 3 вопросов.

Форма опроса – индивидуальный.

*Вопросы для устного опроса*

*Тема 1. Предмет и задачи курса.*

1. Предмет курса.
2. Классификация основных процессов.
3. Общие принципы анализа и расчета процессов

*Тема 2. Гидромеханические процессы и аппараты.*

1. Неоднородные системы и методы их разделения
2. Материальный баланс процесса разделения
3. Скорость стесненного осаждения
4. Скорость фильтрования.
5. Уравнение фильтрования при постоянной разности давлений.

*Тема 3. Тепловые процессы и аппараты.*

1. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена
4. Тепловое подобие. Критерии Нуссельта, Фурье
5. Приближенный расчет многокорпусных выпарных аппаратов.
6. Теплопередача. Цилиндрическая стенка.
7. Уравнение теплопередачи при прямотоке.

*Тема 4. Массообменные процессы и аппараты.*

1. Основы массопередачи. Общие сведения.
2. Правило фаз.
3. Фазовое равновесие. Линия равновесия.
4. Материальный баланс. Рабочая линия.
5. Молекулярная диффузия.

Критерии оценки уровня сформированности компетенций для устного опроса:

- оценка «отлично»: обучающимся дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по дисциплине демонстрируются на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Обучающийся владеет терминологией, способен приводить примеры, высказывает свою точку зрения с опорой на знания и опыт;

- оценка «хорошо»: обучающимся дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделять существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ логичен, выстроен, но совершены единичные ошибки. Не в полной мере владеет знаниями по всей дисциплине. Даны ответы на дополнительные, поясняющие вопросы;

- оценка «удовлетворительно»: ответ на вопрос не полный, с ошибками. Обучающийся путается в деталях, с затруднением пользуется профессиональной терминологией. Есть замечания к построению ответа, к логике и последовательности изложения. Не отвечает на дополнительные вопросы;

- оценка «неудовлетворительно»: ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствует фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины, речь не-

грамотная, не используется профессиональная терминология. Ответы на дополнительные вопросы не даны или неверные.

## 6.2.2 Тесты

Тесты используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций ОПК-2, ОПК-4, ОПК-6 в процессе освоения дисциплины.

Время выполнения 30 мин.

Количество вопросов 5.

Примеры тестов

### ТЕСТ 1

#### 1. Дайте определение движущей силы процесса фильтрации

- 1) Разность плотностей твердой и жидкой фаз;
- 2) Разность концентраций исходной смеси и фильтрата;
- 3) Разность давлений в пространствах над и под фильтровальной перегородкой;
- 4) Разность плотностей исходной смеси и фильтрата.

**Правильный ответ: 3**

$$K = \frac{w^2}{g R}$$

#### 2. Что выражает формула $K = \frac{w^2}{g R}$ ? где $w$ - скорость потока; где $R$ - радиус аппарата?

- 1) Критерий Рейнольдса;
- 2) Фактор разделения;
- 3) Число псевдооживления;
- 4) Критерий Фурье.

**Правильный ответ: 2**

#### 3. Укажите, как изменится степень очистки газа в циклоне с уменьшением его диаметра

- 1) Уменьшится;
- 2) Увеличится;
- 3) Не изменится.

**Правильный ответ: 2**

#### 4. Назовите уравнение для определения теплового потока, отдаваемого насыщенным паром при его конденсации

- 1)  $Q = G c (t_1 - t_2)$
- 2)  $Q = G c (t_1 - t_2) + G r$
- 3)  $Q = G c (t_1 - t_2) + G r + G c (t_2 - t_3)$
- 4)  $Q = G r$

где  $T_1$  – начальная температура теплоносителя;

$T_2$  – температура конденсации;

$T_3$  – конечная температура теплоносителя

**Правильный ответ: 4**

#### 5. Как называется процесс переноса тепла от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку?

- 1) Теплоотдача;

- 2) Теплопередача;
- 3) Теплопроводность;
- 4) Конвекция.

**Правильный ответ: 2**

## ТЕСТ 2

### 1. Назовите движущую силу процесса теплопередачи

- 1) Разность начальных температур теплоносителей;
- 2) Разность начальной и конечной температур горячего теплоносителя;
- 3) Разность конечных температур теплоносителей;
- 4) Средняя логарифмическая разность температур теплоносителей.

**Правильный ответ: 4**

### 2. Коэффициент теплоотдачи одного теплоносителя ( $A_1$ ) много больше коэффициента теплоотдачи другого теплоносителя ( $A_2$ ). Как следует изменить значения коэффициентов, чтобы уменьшить требуемую поверхность теплопередачи?

- 1) Увеличить  $A_1$ ;
- 2) Увеличить  $A_2$ ;
- 3) Уменьшить  $A_1$ ;
- 4) Увеличить любой из коэффициентов.

**Правильный ответ: 2**

### 3. Как изменится коэффициент теплопередачи, если стенки труб теплообменного аппарата покроются слоем ржавчины?

- 1) Увеличится;
- 2) Уменьшится;
- 3) Не изменится.

**Правильный ответ: 2**

### 4. Со стороны какого теплоносителя делается оребрение труб теплообменника?

- 1) Со стороны теплоносителя с меньшим коэффициентом теплоотдачи;
- 2) Со стороны теплоносителя с большим коэффициентом теплоотдачи;
- 3) Со стороны теплоносителя с меньшей температурой;
- 4) Со стороны теплоносителя с большей температурой.

**Правильный ответ: 1**

### 5. За счет какого фактора происходит интенсификация теплообмена в многоходовых теплообменниках?

- 1) За счет увеличения поверхности теплообмена;
- 2) За счет увеличения скорости потока;
- 3) За счет увеличения движущей силы процесса;
- 4) За счет увеличения тепловой нагрузки аппарата.

**Правильный ответ: 2**

## ТЕСТ 3

### 1. При каком взаимном направлении движения теплоносителей движущая сила процесса теплопередачи имеет максимальное значение?

- 1) При перекрестном токе;



- 2) При смешанном токе;
- 3) При прямотоке;
- 4) При противотоке.

**Правильный ответ: 4**

**2. Требуется уменьшить поверхность испарителя, не изменяя расходов теплоносителей.**

**Что следует предпринять?**

- 1) Уменьшить давление греющего пара;
- 2) Увеличить температуру испаряемой жидкости;
- 3) Повысить давление греющего пара;
- 4) Повысить давление испаряемой жидкости.

**Правильный ответ: 3**

**3. Какому теплоносителю следует отдать предпочтение при выборе его в качестве греющего агента при прочих равных условиях?**

- 1) Дымовым газам;
- 2) Перегретому водяному пару;
- 3) Горячей воде;
- 4) Насыщенному водяному пару.

**Правильный ответ: 4**

**4. Какие материалы используются в качестве теплоизоляционных?**

- 1) С низкими значениями коэффициентов теплопроводности;
- 2) С высокими значениями коэффициентов теплопроводности;
- 3) С большой теплоемкостью;
- 4) С большой плотностью.

**Правильный ответ: 1**

**5. Назовите уравнение, описывающее перенос тепла в твердых телах**

- 1) Уравнение теплопередачи;
- 2) Уравнение теплоотдачи;
- 3) Уравнение теплопроводности;
- 4) Уравнение Стефана-Больцмана.

**Правильный ответ: 3**

Критерии оценки уровня сформированности компетенций при выполнении теста:

Оценка	Показатели*
Отлично	85-100%
Хорошо	65-84%
Удовлетворительно	51-64%
Неудовлетворительно	менее 50%

### 6.2.3 Рефераты

Рефераты используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенции ОПК-2, ОПК-4 и ОПК-6 в процессе освоения дисциплины.

*Примерные темы рефератов:*

1. Понятие технологического режима. Разделение процессов по: значению параметров; времени протекания; степени перемешивания реагентов; тепловому эффекту.
2. Оптимальный температурный режим и способы его осуществления в промышленных реакторах.
3. Классификация химических реакторов. Основные особенности температурных химических реакторов.
4. Катализ в химической промышленности. Типы каталитических процессов.
5. Контактные аппараты для гетерогенных каталитических процессов.

6. Производство этанола
7. Технология серной кислоты.
8. Обогащение сырья в химической промышленности.
9. Современные энергосберегающие технологии

Критерии оценки уровня сформированности компетенций при проверке реферата:

- оценка «отлично»: содержание работы полностью соответствует теме. Тема глубоко и аргументировано раскрыта. Используются дополнительные материалы, необходимые для ее освещения. Работа структурно выдержана. Мысли изложены логически, последовательно, стилистика соответствует содержанию. Фактические ошибки отсутствуют. Заключение содержит выводы, логично вытекающие из содержания основной части;

- оценка «хорошо»: тема реферата достаточно полно и убедительно раскрыта, есть незначительные замечания. Использовано достаточное количество источников и литературы. Текст изложен логически, структура выдержана, использован литературный язык и профессиональная терминология. Имеются единичные фактические неточности. Заключение содержит выводы, вытекающие из содержания основной части;

- оценка «удовлетворительно»: тема реферата в основном раскрыта. Дан верный, но недостаточно полный ответ. Имеются отклонения от темы, отдельные ошибки, неточности, в том числе фактологические. Обнаруживается недостаточное умение делать выводы и обобщения. Материал излагается достаточно логично, но имеются отдельные нарушения. Выводы не полностью соответствуют содержанию основной части;

- оценка «неудовлетворительно»: тема реферата полностью нераскрыта. Изложение нелогично, много фактологических, речевых, стилистических и других ошибок. Присутствуют многочисленные заимствования из источников. Выводы отсутствуют либо не связаны с основной частью работы.

#### **6.2.4 Коллоквиумы**

##### *Вопросы для подготовки к коллоквиумам.*

1. Химическая технология как наука. Химическое производство. Понятие о химико-технологическом процессе.
2. Иерархическая организация процессов в химическом производстве. Основные стадии химико-технологического процесса, их характеристика. Классификация химических реакций, лежащих в основе промышленных химико-технологических процессов.
3. Технологические критерии эффективности химико-технологических процессов: степень превращения исходного реагента, выход продукта, селективность, производительность и интенсивность, себестоимость.
4. Общие закономерности химико-технологических процессов. Применение закона действующих масс для описания равновесия в технологических процессах. Химическое равновесие технологического процесса и способы его смещения.
5. Способы расчета равновесного выхода продукта и состава продукционной смеси из термодинамических данных.
6. Скорость химических реакций. Факторы, определяющие скорость гомогенно и гетерогенно протекающих реакций.
7. Движущая сила процесса, способы ее изменения. Влияние концентрации исходных реагентов (давления) на выход продукта для простых и сложных реакций.
8. Влияние температуры на скорость протекания и выход продукта для простых и сложных химико-технологических процессов.
9. Технологические приемы ускорения и замедления реакций. Важнейшие способы регулирования давления, температуры и обновления поверхности контакта реагирующих фаз и других физико-химических факторов.
10. Промышленный катализ. Сущность и виды катализа (окислительно-восстановительный, кислотно-основной, цепной механизмы катализа).
11. Гомогенный катализ. Сущность, особенности, достоинства и недостатки гомогенного катализа. Важнейшие катализаторы. Примеры применения гомогенного катализа в промышленности.

12. Гетерогенный катализ. Технологические характеристики твердых катализаторов: активность, температура зажигания, селективность. Требования к катализаторам. Промотирование и отравление катализаторов.
13. Основные стадии и кинетические особенности гетерогенно-каталитических процессов.
14. Сущность и методы составления и изображения материальных и энергетических балансов.

### 6.2.5 Практические задания

**Задание 1:** Определите мольные доли компонентов в смеси, состоящей из 100 кг метана, 120 кг этана, 180 кг этена.

**Решение:** 1. Рассчитаем мольные массы компонентов смеси:

$$M(\text{CH}_4) = 16 \text{ кг/моль}, M(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \text{ кг/моль}, M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28 \text{ кг/моль}.$$

2. Найдем количество каждого компонента в смеси:

$$\nu(\text{CH}_4) = 100 : 16 = 6,25 \text{ кмоль}, \nu(\text{C}_2\text{H}_6) = 120 : 30 = 4,0 \text{ кмоль},$$

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_4) = 180 : 28 = 6,43 \text{ кмоль}.$$

3. Общее количество смеси:  $6,25 + 4,0 + 6,43 = 16,68 \text{ кмоль}$ .

4. Мольные доли компонентов:

$$\text{Метан } 6,25 : 16,68 = 0,37, \text{ этан } 4,0 : 16,68 = 0,24, \text{ этен } 6,43 : 16,68 = 0,39.$$

**Задание 2:** Определите плотность синтез-газа при 3000С и 10МПа, если объемное соотношение оксида углерода и водорода равно 1:2. Для решения задачи воспользуйтесь уравнением Беатти-Бриджмена. Постоянные для СО:  $A_0 = 1,3445$ ,  $a = 0,02617$ ,  $B_0 = 0,05046$ ,  $b = -0,00691$ ,  $c = 420000$ ; для водорода:  $A_0 = 0,1975$ ,  $a = -0,00506$ ,  $B_0 = 0,02096$ ,  $b = -0,04359$ ,  $c = 504$  (значения постоянных взяты из справочника).

**Решение:** 1. Мольные доли при данном соотношении в смеси : для СО 0,67, для  $\text{H}_2$  0,33.

2. Постоянные для смеси:

$$A_{0 \text{ см}} = 0,67 \sqrt{1,3445} + 0,33 \cdot 0,1975 = 0,9236; \quad A_{0 \text{ см}} = 0,8530;$$

$$a_{\text{см}} = 0,67 \cdot 0,02617 - 0,33 \cdot 0,00506 = 0,02586;$$

$$b_{\text{см}} = -0,67 \cdot 0,00691 - 0,33 \cdot 0,04359 = -0,01901;$$

$$B_{0 \text{ см}} = 0,67 \cdot 0,05046 + 0,33 \cdot 0,02096 = 0,04073;$$

$$c_{\text{см}} = 0,67 \cdot 420000 + 0,33 \cdot 504 = 281566,32.$$

3. По уравнению Беатти-Бриджмена найдем мольный объем:

$$P = (1 - C/Y T_3) RT / Y^2 [ Y + B_0(1 - b/Y) ] - (1 - a/Y) A_0 / Y^2,$$

Подставляя значения параметров и постоянных в уравнение, получим:

$$10 \cdot 10^6 \cdot 8314 \cdot 573 / V^2 (1 - 281566,32 / 5732 V) [ Y + 0,04073 (1 + 0,01901 / V) ] - (1 - 0,01586 / V) 0,853 / V^2.$$

Решая это уравнение методом подбора получим  $V = 0,515 \text{ м}^3/\text{моль}$ .

4. Средняя мольная масса смеси:

$$M_{\text{ср}} = 0,67 \cdot 28 + 0,33 \cdot 2 = 19,42 \text{ кг/моль}.$$

5. Плотность смеси:  $\rho_{\text{см}} = 19,42 : 0,515 = 37,71 \text{ кг/м}^3$ .

**Задание 3:** Определите степень превращения реагентов, если уравнение процесса следующее:  $25\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + 16\text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 24\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + 15\text{H}_2\text{O}$ .

**Решение:** 1. Определяем количество превращенных реагентов:

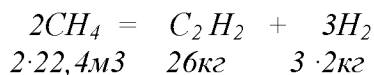
$$\text{Этен } 25 - 24 = 1 \text{ моль}, \text{ вода } 16 - 15 = 1 \text{ моль}.$$

2. Рассчитываем степень превращения реагентов:

$$\text{Этен } 1 / 25 = 0,04 \text{ или } 4\%, \quad \text{вода } 1 / 16 = 0,0625 \text{ или } 6,25\%.$$

**Задание 4:** Пиролизу подвергли  $1500 \text{ м}^3$  метана. Степень превращения метана равна 60%, масса этина в продуктах пиролиза составляет 400 кг. Определите выход продукта, то есть селективность процесса.

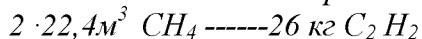
**Решение:** 1. Напишем уравнение реакции пиролиза метана:



$$2 \cdot 22,4\text{м}^3 \quad 26\text{кг} \quad 3 \cdot 2\text{кг}$$

2. Объем превращенного метана равен:  $1500 \cdot 0,6 = 900\text{м}^3$ .

3. Теоретически возможную массу эцетилен(в расчете на превращенный метан) определяем исходя из стехиометрических соотношений по пропорции:



$$900\text{м}^3 \text{ CH}_4 \text{ ----- } m \text{ кг C}_2\text{H}_2, \text{ Откуда } m = 900 \cdot 26 / 2 \cdot 22,4 = 522\text{кг}.$$

4. Выход продукта (селективность процесса) равна:  $400 : 522 = 0,766$  или 76,6%.

**Задание 5:** Выход этилхлорида, получаемого гидрохлорированием этена, составляет 90% от теоретического. Определите объем этиленовой фракции, если объемная доля этена в ней равна 90%, необходимый для получения 810кг этилхлорида.

Решение: 1. Напишем уравнение реакции:



$$22 \cdot 4\text{м}^3 \quad 36,5\text{кг} \quad 64,5\text{кг}$$

2. Максимально возможную (теоретическую) массу этилхлорида определяем с учетом выхода продукта:  $810 : 0,9 = 900\text{кг}$  этилхлорида.

3. Объем этена, исходя из стехиометрических коэффициентов равен:

$$22,4 \cdot 900 : 64,5 = 312,6\text{м}^3$$

4. Объем этиленовой фракции будет равен:  $312,6 : 0,9 = 347,3\text{м}^3$ .

Критерии оценки уровня сформированности компетенций по результатам проведения зачета:

- оценка «зачтено»: обучающийся демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, свободно выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины, усвоивший основную и дополнительную литературу. Обучающийся выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины, на уровне не ниже базового;

- оценка «не зачтено»: обучающийся демонстрирует незнание материала, не выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины, на уровне ниже базового. Дальнейшее освоение ООП не возможно без дополнительного изучения материала и подготовки к зачету.

### 6.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ

ЗАЧЕТ (6 семестр)

**Вопросы для подготовки к зачету.**

1. Химическая технология как наука. Химическое производство. Понятие о химикотехнологическом процессе.
2. Иерархическая организация процессов в химическом производстве. Основные стадии химико-технологического процесса, их характеристика. Классификация химических реакций, лежащих в основе промышленных химико-технологических процессов.
3. Технологические критерии эффективности химико-технологических процессов: степень превращения исходного реагента, выход продукта, селективность, производительность и интенсивность, себестоимость.
4. Общие закономерности химико-технологических процессов. Применение закона действующих масс для описания равновесия в технологических процессах. Химическое равновесие технологического процесса и способы его смещения.
5. Способы расчета равновесного выхода продукта и состава продукционной смеси из термодинамических данных.
6. Скорость химических реакций. Факторы, определяющие скорость гомогенно и гетерогенно протекающих реакций.
7. Движущая сила процесса, способы ее изменения. Влияние концентрации исходных реагентов (давления) на выход продукта для простых и сложных реакций.

.....

## ЭКЗАМЕН (7 семестр)

*Экзамен является основной формой контроля и оценивания сформированности у обучающихся компетенций ОПК-2 и ОПК-4 и ОПК-6 по результатам освоения дисциплины «Общая химическая технология».*

*Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов.*

### *Вопросы для подготовки к экзамену:*

1. Предмет, цели и задачи ОХТ.
2. Понятие о химико-технологическом процессе.
3. Пути интенсификации химических процессов и аппаратов.
4. Химический процесс: классификация, основные показатели.
5. Равновесие в технологических процессах.
6. Скорость технологических процессов.
7. Катализ, требования к промышленным катализаторам.
8. Классификация химических реакторов. Химический реактор идеального вытеснения.
9. Химический реактор полного смешения проточный.
10. Каскад реакторов полного смешения: алгебраический и графический расчеты.
11. Реактор периодического действия.
12. Производительность и экономические показатели реакторов периодического и непрерывного действия.
13. Селективность параллельных и последовательных реакций.
14. Температурный режим адиабатических, изотермических и политермических реакторов.
15. Устойчивость работы реакторов.
16. Гомогенные процессы и реакторы.
17. Гетерогенные некаталитические процессы и реакторы.
18. Каталитические процессы и реакторы.
19. Химико-технологические системы: определение, иерархия, схемы ХТС, модели, энерготехнические системы.
20. Использование нефтяного сырья в органическом синтезе.
21. Химическая переработка твердого топлива.
22. Свойства твердых катализаторов и их изготовление.
23. Способы получения водорода: конверсия метана, оксида углерода и воды, разделение коксового газа, электролиз воды.
24. Синтез метилового спирта.
25. Синтез этилового спирта.
26. Производство бутадиена (дивинила).
27. Получение ацетилена.
28. Производство ацетальдегида.
29. Получение уксусной кислоты.
30. Производство целлюлозы.
31. Производство химических волокон из целлюлозы.
32. Производство пластических масс (фенолоформальдегидные смолы).
33. Производство каучука.
34. Производство серной кислоты и олеума.
35. Производство аммиака.
36. Производство азотной кислоты, ее солей и удобрений.
37. Решение проблемы экологической безопасности производства.

*Образцы экзаменационных билетов:*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Димитровградский инженерно-технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

Физико-технический факультет

**Кафедра радиохимии**

Специальность

18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики

Дисциплина: « Общая

химическая технология»

Семестр 7

Форма обучения: очная

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**

1. Понятие о химико-технологическом процессе .
2. Каталитические процессы и реакторы.

Составил: \_\_\_\_\_ Зенцов А.П.  
(подпись) Ф.И.О.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021г.

Утверждаю:  
Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Лизин А.А.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Димитровградский инженерно-технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

Физико-технический факультет

**Кафедра радиохимии**

Специальность

18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики

Дисциплина: « Общая

химическая технология»

Семестр 7

Форма обучения: очная

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

1. Свойства твердых катализаторов и их изготовление
2. Классификация химических реакторов

Составил: \_\_\_\_\_ Зенцов А.П.  
(подпись) Ф.И.О.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021г.

Утверждаю:  
Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Лизин А.А.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021г.

Критерии оценки уровня сформированности компетенций по результатам проведения экзамена:

- оценка «отлично»: обучающийся дал полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, проявил совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыл основные положения темы. В ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, явлений. Обучающийся подкрепляет теоретический ответ практическими примерами. Ответ сформулирован научным языком, обоснована авторская позиция обучающегося. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа или с помощью «наводящих» вопросов преподавателя. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень владения компетенцией(-ями);

- оценка «хорошо»: обучающимся дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, проявлено умение выделять существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, но есть недочеты в формулировании понятий, решении задач. При ответах на дополнительные вопросы допущены незначительные ошибки. Обучающимся продемонстрирован повышенный уровень владения компетенцией(-ями);

- оценка «удовлетворительно»: обучающимся дан неполный ответ на вопрос, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, нарушена логика ответа, не сделаны выводы. Речевое оформление требует коррекции. Обучающийся испытывает затруднение при ответе на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован базовый уровень владения компетенцией(-ями);

- оценки «неудовлетворительно»: обучающийся испытывает значительные трудности в ответе на вопрос, допускает существенные ошибки, не владеет терминологией, не знает основных понятий, не может ответить на вопросы преподавателя. Обучающимся продемонстрирован низкий уровень владения компетенцией(-ями).

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### ДИСЦИПЛИНЫ

#### 7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	Кутепов А.М., Бондарева, М.Г. Беренгартен.-	Общая химическая технология: Учеб. Для техн. вузов.. 2-е изд., испр. и доп.	Москва	Высшая школа	2005	5
2	Мухленов И.П., Авербух А.Я., Тумаркина Е.С., Фурмер И.Е.	Общая химическая технология. Т. 1-2	Москва	Высшая школа	1984	5
3	Кузнецова, И. М.	Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем [Электронный ресурс]	Санкт-Петербург	Лань	2022	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>

4	Кошелева М.К.	Общая химическая технология в примерах, лабораторных работах, задачах и тестах. [Электронный ресурс]	Москва	НИЦ ИНФА-М	2021	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
5	Бесков В.С.	Общая химическая технология	Москва	Академкнига	2006	5
6	Игнатенков В. И.	Примеры и задачи по общей химической технологии	Москва	Академкнига	2006	5
7	Закгейм А.Ю.	Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов. [Электронный ресурс]	Москва	Университетская книга; Логос	2009	<a href="http://www.knigafund.ru">www.knigafund.ru</a>

#### Дополнительная литература

1	Авербух А.Я., Тумаркина Е.С., Мухленов И.П., Копылев Б.А., Румянцева Е.С	Практикум по общей химической технологии / Под ред. И.П. Мухленова	Москва	Высшая школа	1979	1
2	Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А	Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии.	Ленинград.	Химия	1987	1
3	Косинцев В.И., Михайличенко А.И., и др.	«Основы проектирования химических производств»	Москва	Академкнига	2005	3
4	Соколов Р.С.	Химическая технология. Т. 1, 2. М	Москва	Владос	2000	1
5	Кафаров В.В..	Основы массопередачи.	Москва	Высшая школа	1979	1

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

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

[http://proekt-service.com/detali\\_mashin\\_tehnicheskaya\\_mehani](http://proekt-service.com/detali_mashin_tehnicheskaya_mehani) Учебное оборудование, учебные стенды, электронные плакаты, наглядные пособия для образовательных учебных заведений

<https://xumuk.ru/encyklopedia/> Химическая энциклопедия

<https://www.labster.com/> Виртуальные лаборатории для университетов и школ

<https://www.chem.msu.ru> "Chem Net"- химическая информационная сеть

<http://www.school.edu.ru/> Российский образовательный портал

<http://www.edu.ru/> Федеральный портал «Российской образование»

<https://elibrary.ru> Научная электронная библиотека

<http://uisrussia.msu.ru> Университетская информационная система «Россия»

<http://www.spbdk.ru/catalog/science/section-191/> Санкт-Петербургский дом книги

Таблица 7.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	ЭБС НИЯУ МИФИ: <a href="http://libcatalog.mephi.ru">http://libcatalog.mephi.ru</a>	Химические технологии, процессы и аппараты химической технологии
2	ЭБС «Знаниум» - <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>	Химические технологии, процессы и аппараты химической технологии



3	ЭБС издательства «Лань» - <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Химические технологии, процессы и аппараты химической технологии
4	ЭБС «Юрлайт» <a href="http://biblioteka-onkin.com">http://biblioteka-onkin.com</a>	Химические технологии, процессы и аппараты химической технологии
5	ЭБС «Айбукс»: <a href="http://ibooks.ru">http://ibooks.ru</a>	Химические технологии, процессы и аппараты химической технологии
6	ЭБС «Универсальная библиотека» - <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>	Химические технологии, процессы и аппараты химической технологии
7	ЭБС «Лань»: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Химические технологии, процессы и аппараты химической технологии
8	Электронно-библиотечная система IPR BOOKS	Химия, ПАХТ, Химические технологии
9	ЭБС «Консультант студента»	Химия, Общая химическая технология

### 7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование
1	Windows 10 Pro
2	Microsoft Office
3	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17
4	Антиплагиат.ВУЗ

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	<b>Учебная аудитория для проведения занятий №204</b> посадочных мест — 20; площадь 53,47 кв.м.; специализированная мебель: Учебная доска – 1 шт., стол студенческий – 11 шт., стулья – 26 шт., стол библиотечный – 8 шт., шкаф двухстворчатый – 1 шт., шкаф книжный – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., Технические средства обучения: Проектор – 1 шт., Экран – 1 шт., колонки -1пара	433507, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, 294

## 9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017г.;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

*или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год*

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

---

*(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).*

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой

---

*наименование кафедры      личная подпись      расшифровка подписи      дата*

Руководитель ООП,

ученая степень, должность

---

*личная подпись      расшифровка подписи      дата*