

Документ подписан простой электронной подписью.  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 01.06.2026 19:50:14  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**  
**Новотроицкий филиал**

Приложение 4

к ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология  
Химическая технология природных энергоносителей и  
углеродных материалов

## Рабочая программа дисциплины

# Процессы и аппараты химической технологии

Закреплена за подразделением	<b>Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)</b>		
Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа	18.03.01 Химическая технология / Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов		
Квалификация	<b>Бакалавр</b>		
Форма обучения	<b>заочная</b>		
Общая трудоемкость	<b>8 ЗЕТ</b>	Виды контроля на курсах:	
Часов по учебному плану	<b>288</b>	<b>экзамен 3,4</b> <b>курсовой проект 4</b> <b>контрольная работа 3</b>	

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		4		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Лекции	6	6	6	6	12	12
Практические	6	6	6	6	12	12
Итого ауд.	12	12	12	12	24	24
Контактная работа	12	12	12	12	24	24
Сам. работа	123	123	123	123	246	246
В том числе сам. работа в рамках ФОС		4		2		
Часы на контроль	9	9	9	9	18	18
Итого	144	144	144	144	288	288

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Алексеев Д.И.*

Рабочая программа дисциплины

### **Процессы и аппараты химической технологии**

Составлен на основании учебного плана:

18.03.01\_26\_ХимТехнология\_ПрПЭиУМ\_заоч.rlx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов протокол от 27.11.2025 №68.

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 11.03.2026 г., №3.

Руководитель подразделения Швалёва Анна Викторовна.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель: изучить теоретические основы химической технологии и аппаратного оформления химических производств.
1.2	
1.3	Задачи:
1.4	- изучить основные принципы построения химической технологии для осуществления производственного цикла.
1.5	- изучить теорию основных процессов химической технологии;
1.6	- изучить конструктивное исполнение типовой химической аппаратуры;
1.7	- научить применять методы расчета типовых аппаратов химических производств.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Безопасность жизнедеятельности	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Курсовая научно-исследовательская работа	
2.2.3	Управление проектами	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ОПК-5:** Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями

**Знать:**

ОПК-5-31 основные методы и приемы пробоотбора и пробоподготовки анализируемых объектов, методы разделения и концентрирования веществ

ОПК-5-32 теоретические основы и принципы химических и физикохимических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических

ОПК-5-33 методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных

**Уметь:**

ОПК-5-У1 выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи

ОПК-5-У2 применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента

**Владеть:**

ОПК-5-В1 методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
<b>Раздел 1. Введение</b>								
1.1	Введение. Основное уравнение гидростатики. Механика жидкостей и газов. Гидродинамика. Основные характеристики потока. Ламинарные и турбулентные течения /Лек/	3	1	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л2.2 Э1 Э2			
1.2	Техника безопасности и противопожарные меры /Ср/	3	6	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1 Л2.2 Э1 Э2			

1.3	История и основные этапы развития коксохимической технологии /Ср/	3	11	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-5-32 ОПК-5-33	Л2.1 Л2.2Л3.5 Э1 Э2			
<b>Раздел 2. Механика жидкостей и газов.</b>								
2.1	Истечение жидкостей и газов.Определение режимов течения вязкой жидкости. Измерение вязкости жидкостей /Лек/	3	1	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.2Л3. 2 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2			
2.2	Подготовка и оформление практических работ, проработка конспекта лекций /Ср/	3	10	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.5 Л1.6Л2.2Л3. 2 Л3.5 Э1 Э2			
<b>Раздел 3. Моделирование поведения жидкостей и газов.</b>								
3.1	Основные теории подобия и анализа размерностей. Критерии гидродинамического подобия /Лек/	3	1	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.3 Э1 Э2			
3.2	Обобщенное критериальное уравнение гидродинамики /Лек/	3	1	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.2Л3. 5 Э1 Э2			
3.3	Расчет трубопроводов для транспорта жидкостей и газов /Лек/	3	1	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.3 Э1 Э2			
3.4	Гравитационное осаждение шарообразных частиц. Изучение процесса фильтрования при постоянной движущей силе /Пр/	3	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.3Л2.2Л3. 5 Э1 Э2			
3.5	Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике «труба в трубе». /Ср/	3	10	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.3 Э1 Э2			
3.6	Изучение материала в LMS Moodle /Ср/	3	12	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.2 Э1 Э2			
<b>Раздел 4. Основные процессы и аппараты при работе с газами и жидкостями</b>								
4.1	Пленочные аппаратыГидравлика двухфазных потоков. Барботажные аппаратыПринципы конструирования аппаратов кипящего слоя /Лек/	3	1	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.5 Л1.6Л2.2Л3. 2 Э1 Э2			
4.2	Определение гидравлического сопротивления при движении жидкости в трубопроводе /Пр/	3	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Э1 Э2			P2

4.3	Подготовка и оформление практических работы, проработка конспекта лекций /Ср/	3	10	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.5 Э1 Э2			
4.4	Изучение материала в LMS Moodle /Ср/	3	12	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.2 Э1 Э2			
	<b>Раздел 5. Перемещение жидкостей и газов</b>							
5.1	Перемещение жидкостей. Насосы. Перемещение газов. Компрессоры /Лек/	4	1	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.5 Л1.6Л2.2 Э1 Э2			
5.2	Построение основных характеристик центробежного вентилятора /Ср/	4	8	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2 Л1.3Л2.2Л3.1 Э1 Э2			
5.3	Методы расчета и выбора насоса /Ср/	4	8	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2			
5.4	Термодинамический расчет эксгаустера /Ср/	4	8	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2			
5.5	Расчет процесса осаждения частиц /Ср/	4	9	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2			
5.6	Проработка конспекта лекций. Подготовка и оформление практических работ для сдачи зачета /Ср/	4	12	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.5 Л1.6Л2.2Л3.1 Э1 Э2			
5.7	Изучение материала в LMS Moodle /Ср/	3	12	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.2 Э1 Э2			
	<b>Раздел 6. Методы разделения многофазных систем</b>							
6.1	Фильтрация и центрифугирование Гидромеханические процессы /Лек/	4	1	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
6.2	Исследование равновесия «Жидкость-пар» бинарной смеси /Пр/	3	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2 Л1.3Л2.2Л3.5 Э1 Э2	виртуальный тьюториал		Р3
6.3	Методы выбора центрифуг для разделения трехкомпонентных смесей /Ср/	3	12	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1Л2.2Л3.5 Э1 Э2			
6.4	Материальный баланс абсорбера /Ср/	3	12	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.1 Л2.2Л3.5 Э1 Э2			
6.5	Проработка конспекта лекций. /Ср/	3	12	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.2Л3.4 Э1 Э2			
	<b>Раздел 7. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>							

7.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	3	0	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.2 Э1 Э2			
7.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	3	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.2 Э1 Э2			
	<b>Раздел 8. Основы тепло-массопередачи</b>							
8.1	Основы теории теплопередачи. Основы массопередачи /Лек/	4	1	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.5 Л1.6Л2.2Л3. 3 Э1 Э2			
8.2	Определение массообменных характеристик абсорбера. /Пр/	4	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2	коучинг		
8.3	Применение законов Генри и Рауля при расчете сорбционных процессов /Пр/	4	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1Л2.2Л3. 3 Э1 Э2	коучинг		
8.4	Изучение материала в LMS Moodle /Ср/	4	8	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
	<b>Раздел 9. Методы расчета тепло – и массообменных аппаратов</b>							
9.1	Процессы и способы разделения смесей /Лек/	4	1	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.2 Э1 Э2			
9.2	Разделение бинарной смеси на ректификационной колоннеИзучение кинетики сушки зернистых материалов /Пр/	4	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.3Л2.2Л3. 5 Э1 Э2			
9.3	Определение потребного числа тарелок скруббера /Ср/	4	6	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2			
9.4	Определение потребного числа тарелок ректификационной колонны /Ср/	4	8	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.2Л2.2 Э1 Э2			
9.5	Определение расхода воздуха и тепла на сушку /Ср/	4	8	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1Л2.2 Э1 Э2			
9.6	Изучение материала в LMS Moodle /Ср/	4	10	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.1 Л2.2Л3.4 Э1 Э2			
	<b>Раздел 10. Современные направления в процессах и аппаратах химической технологии</b>							
10.1	Нестационарные и циклические процессы /Лек/	4	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.5 Л1.6Л2.2 Э1 Э2			

10.2	Проработка конспекта лекций. Современные направления развития коксохимической промышленности и аппаратов коксохимических производств. /Ср/	4	12	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2			
10.3	Изучение материала в LMS Moodle /Ср/	4	12	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.2 Э1 Э2			
10.4	Подготовка к экзамену в LMS Moodle /Ср/	4	12	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.2 Э1 Э2			
10.5	Проведение экзамена /Экзамен/	4	9	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.2 Э1 Э2		КМ1	
	<b>Раздел 11. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>							
11.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	4	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.2 Э1 Э2			
11.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	4	0	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1	Л2.2 Э1 Э2			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Экзамен 1 (устно)	ОПК-5-31	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Материальный баланс движения жидкости по трубопроводу с различным сечением и принцип неразрывности потока.</li><li>2. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики, его применение в расчетах.</li><li>3. Принцип работы жидкостного манометра. Показания манометра при перепаде давления в одну атмосферу для ртутного и водяного столбов.</li><li>4. Принцип работы гидравлического пресса, исходя основе уравнения гидростатики</li><li>5. Понятие о вязкости жидкости. Уравнение связи силы вязкостного трения, вязкости среды, площади контакта и градиента скорости</li><li>6. Понятие о ньютоновских и неньютоновские жидкостях.</li><li>7. Вывод дифференциального уравнения движения Эйлера.</li><li>8. Вывод из дифференциального уравнения движения Эйлера уравнения Бернулли.</li><li>9. Полный гидродинамический напор. Измерение расходов и скоростей движения жидкостей и газов.</li><li>10. Принцип действия пульверизатора на основе уравнения Бернулли.</li><li>11. Уравнения Навье-Стокса.</li><li>12. Режимы движения жидкости. Опыт Рейнольдса. Критерий подобия Рейнольдса.</li><li>13. Полный гидродинамический напор. Измерение расходов и скоростей движения жидкостей и газов.</li><li>14. Критерии гидродинамического подобия. Обобщенное критериальное уравнение гидродинамики.</li><li>15. Закон сопротивления при движении однофазного потока. Уравнение Дарси-Вейсбаха.</li><li>16. Коэффициент линейного трения жидкости или газа о стенки трубопровода. Связь коэффициент линейного трения</li><li>17. Уравнение Кольбука и Уайта. Местные сопротивления.</li><li>18. Методика расчета гидравлических сопротивлений трубопроводов для транспорта жидкостей и газов.</li><li>19. Конструкции насосов</li><li>20. Уравнение для описание полного напора, развиваемого насосом.</li><li>21. Кпд насоса, мощность электрического двигателя насоса.</li><li>22. Методика выбора насоса в зависимости от гидравлического сопротивления сети.</li></ol>
-----	-------------------	----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

КМ2	Экзамен 2 (устно)	ОПК-5-33	<p>1) Типы теплообменных аппаратов. Название, типовая конструкция, движение теплоносителя;</p> <p>2) Основные конструктивные элементы кожухотрубчатого теплообменника: трубная решётка, трубная перегородка, крепление труб, тепловой компенсатор, число ходов, число перегородок;</p> <p>3) Направление движения теплоносителей в теплообменнике. Достоинства и недостатки;</p> <p>4) Дать краткую характеристику основополагающим способа передачи тепла;</p> <p>5) Методика расчёта теплообменной аппаратуры;</p> <p>6) Тепловой баланс происходящего в теплообменной аппаратуре процесса теплопередачи;</p> <p>7) Основное уравнение теплопередачи и входящие в него физические величины.</p> <p>8) Коэффициент теплопередачи: размерность, формула для вычисления, физическое значение.;</p> <p>9) Понятие о температурном поле и температурном градиенте градиенте. Привести пример;</p> <p>10) Уравнение Фурье: формула, физические величины, входящие в уравнение, их размерность и физическое значение;</p> <p>11) Коэффициент теплопроводности: размерность, интервал значений для различных материалов, инженерное применение в различных элементах теплообменной аппаратуры;</p> <p>12) Вывод дифференциального уравнения процесса теплопроводности</p> <p>13) Коэффициент температуропроводности: формула, размерность, физический смысл. Сопоставление размерности с кинетической вязкостью и коэффициентом диффузии</p> <p>14) Тепловой баланс процесса передачи тепла излучением.</p> <p>15) Абсолютно чёрное тело, абсолютно белое тело, прозрачное тело. Привести примеры</p> <p>16) Закон Стефана-Больцмана и основные выводы из него.</p> <p>17) Рассмотрение теплового баланса излучением двух тел</p>
КМ3	Контрольная работа	ОПК-5-33	<p>Произвести расчет трубопровода для перекачивания <math>G = 5000</math> кг/ч смеси бензола (70%) и толуола (30%) при температуре 30 0С из хранилища в трубчатый паровой подогреватель. Схема трубопровода представлена на рисунке 1. Подобрать насос. Данные для вариантов генерируются следующим образом: к цифре на рисунке с обозначением длины трубопровода прибавляется значение номера варианта, умноженного на два. Например, для 22 вариант будут следующие данные: <math>2+2*22</math> (длина трубопровода до насоса); <math>3+2*22</math> (длина трубопровода после насоса); <math>10 +2*22</math> (высота подъёма до первого изгиба) и т.д.</p>

КМ4	Тесты (для промежуточного контроля при необходимости, не используются в качестве зачёта или экзамена)	ОПК-5-У1	<p>Единицы измерения объёмного расхода:</p> <p>А) м/с  Б) кг/с  В) м<sup>3</sup>/с  Г) т/ч</p> <p>Единицы измерения объёмной скорости:</p> <p>А) г/мин  Б) л/с  В) кг/ч  Г) ц/сутки</p> <p>Единицы измерения массового расхода:</p> <p>А) м<sup>3</sup>/ч  Б) л/мин  В) т/сутки  Г) кг/с</p> <p>Формула для перевода объёмного расхода в массовый расход:</p> <p>А) <math>M = \rho \cdot (\pi \cdot d^2) / 4 \cdot V</math>  Б) <math>M = \rho \cdot V</math>  В) <math>\omega = V/S</math>  Г) <math>M = m/v</math></p> <p>Формула для вычисления объёмного расхода с помощью линейной скорости:</p> <p>А) <math>V = w \cdot (\pi \cdot d^2) / 4</math>  Б) <math>Re = (w \cdot d) / \nu</math>  В) <math>p = p_0 + \rho gh</math>  Г) <math>w = V/S</math></p> <p>Единицы измерения числа Рейнольдса:</p> <p>А) м/с  Б) м<sup>3</sup>/с  В) кг/мин  Г) нет единицы измерения</p> <p>Формула для расчёта числа Рейнольдса:</p> <p>А) <math>p = p_0 + \rho gh</math>  Б) <math>Re = w \cdot (\pi \cdot d^2) / 4</math>  В) <math>Re = (\rho \cdot w \cdot d) / \mu</math>  Г) <math>Re = \rho \cdot (\pi \cdot d^2) / 4 \cdot V</math></p> <p>Диапазоны изменения числа Рейнольдса и режим движения: ламинарный, переходный, турбулентный:</p> <p>А) менее 2300; от 2300 до 10000; свыше 10000  Б) менее 1500; от 1500 до 4000; свыше 4000  В) менее 3000; от 3000 до 7000; свыше 7000  Г) от 2000 до 8000</p> <p>Обозначение коэффициента линейного сопротивления:</p> <p>А) <math>\delta</math>  Б) <math>\lambda</math>  В) <math>\alpha</math>  Г) <math>\eta</math></p> <p>Обозначение коэффициента местного сопротивления:</p> <p>А) <math>\sigma</math>  Б) <math>\delta</math>  В) <math>\xi</math>  Г) <math>\chi</math></p> <p>Выбрать вид местных сопротивлений:</p> <p>А) малый диаметр трубы  Б) медленное течение  В) быстрое течение  Г) сужение трубы</p> <p>Критерий при выборе диаметра трубопровода:</p> <p>А) длина трубопровода  Б) атмосферное давление  В) скорость потока  Г) все перечисленные критерии</p> <p>В каких единицах измерения можно выразить сопротивление движению жидкости в трубопроводе:</p> <p>А) Па  Б) м<sup>2</sup>  В) мм  Г) кг/м<sup>3</sup></p>
-----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>Перевести давление 760 мм.рт.ст в Па:          А) 135689          Б) 150894          В) 101325          Г) 110352</p> <p>Укажите один из важных критериев при выборе насоса:          А) стоимость насоса          Б) высота поднятия перекачиваемой жидкости (напор)          В) производитель          Г) цвет насоса</p> <p>Какой тип теплообменных аппаратов существует?          А) колпачковый          Б) тарельчатый          В) насадочный          Г) кожухотрубчатый</p> <p>Выберите конструктивный элемент теплообменного аппарата:          А) опоры          Б) обечайка          В) грубая решетка          Г) верны все варианты</p> <p>Размерность коэффициента теплопередачи:          А) Вт/(м<sup>2</sup>·К)          Б) Вт          В) Вт/(м·К)          Г) Вт/К</p> <p>Как обозначается коэффициент теплопередачи:          А) <math>\lambda</math>          Б) К          В) <math>\alpha</math>          Г) <math>\sigma</math></p> <p>Как вычисляется коэффициент теплопередачи:          А) <math>K=1/(\delta/\lambda)</math>          Б) <math>K=1/(1/\alpha)</math>          В) <math>K=1/(1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2)</math>          Г) <math>K=1/\alpha</math></p> <p>Укажите основные элементы центробежного насоса:          А) рабочее колесо          Б) электродвигатель          В) соединительная муфта          Г) верны все варианты</p> <p>Почему характеристика сети выражается квадратичной зависимостью?          А) квадратичная зависимость наиболее простая при аппроксимации          Б) линейная скорость находится в квадратичной зависимости в уравнении Дарси-Вайсбаха, а линейная скорость пропорциональна объемной скорости          В) характеристику сети можно выразить и кубической зависимостью          Г) все ответы верные</p> <p>Каким образом можно интенсифицировать процесс теплопередачи?          А) увеличить скорость движения жидкости          Б) подавать более нагретый/охлажденный теплоноситель          В) изменить режим движения жидкости          Г) все ответы верные</p> <p>Какой тип насосов наиболее распространен в химической промышленности?          А) поршневой          Б) плунжерный          В) центробежный          Г) шестиренчатый</p> <p>В каком типе теплообменных аппаратов наименьшая металлоемкость и реализуется высокая интенсивность теплопередачи:          А) кожухотрубчатый          Б) спиральный          В) каупер          Г) пластинчатый</p>
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Курсовой проект	ОПК-5-32	<p>Рассчитать основные характеристики теплообменника для нагрева исходной смеси, подаваемой на ректификацию. Данные о ректификационном процессе и колонне приведены в таблице. Теплообменник обогревается паром под давлением 0,7 МПа.</p> <p>Исходная смесь нагревается до температуры кипения низкокипящего компонента в бинарной смеси.</p>
P2	Задачи для рассмотрения на практических занятиях	ОПК-5-33	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Рассчитать линейную скорость движения жидкости по трубе диаметром 20 мм с <math>V=0,003 \text{ м}^3/\text{с}</math>.</li> <li>2) рассчитать линейную скорость движения жидкости по трубе диаметром 20 мм с <math>V=0,003 \text{ м}^3/\text{с}</math>, рассчитать массовый расход бензола при указанной объёмной скорости.</li> <li>3) рассчитать линейную скорость движения жидкости по трубе диаметром 20 мм с <math>V=0,003 \text{ м}^3/\text{с}</math>, рассчитать массовый расход бензола при указанной объёмной скорости</li> <li>4) Перечислить все методы выражения концентрации (в виде формул). Составить таблицу переход из одних единиц в другие, доказать математически.</li> <li>5) Рассчитать вязкость и плотность бинарной смеси бензола (массовая доля 30%) и толуола при температурах 30 гр.ц и 70 гр.ц</li> <li>6) Установить разницу в высоте уровней для двух несмешивающихся жидкостей (бензо и вода) при атмосферном давлении</li> <li>7) Рассчитать максимальное и избыточное давления газа в трубопроводе газа жилого дома в см. водного столба.</li> </ol>

P3	Задачи для рассмотрения на практических занятиях (Часть 2)	ОПК-5-У2	<p>1) Определить потерю теплоты лучеиспусканием поверхностью стального аппарата цилиндрической формы, находящегося в помещении, стены которого выкрашены масляной краской.</p> <p>2) При тепловом расчёте теплообменника для нагрева некоторого раствора был выбран по каталогу четырёхходовой кожухотрубчатый теплообменник. Раствор проходит по трубному пространству со скоростью 0,3 м/с. Определить гидравлическое сопротивление трубного пространства. Характеристика теплообменника: общее число труб 90, трубы стальные 38*2 мм с незначительной коррозией Высота трубного пространства 2 м, штуцеры имеют диаметр 159*4,5 мм Средняя температура раствора 47,5 0С Динамический коэффициент вязкости 0,83 мПа*с, плотность 1100кг/м<sup>3</sup></p> <p>3) Аппарат диаметром 3 м и высотой 4 м покрыт слоем теплоизоляции из асбеста толщиной 75 мм Температура стенки аппарата 146 гр ц., температура наружной поверхности изоляции 40 гр.ц. Определить потери теплоты (тепловой поток) через слой изоляции. Определить температуры внутренней t<sub>2</sub> и наружной поверхностей t<sub>3</sub> поверхностей стенки теплообменника, а также температуру t<sub>4</sub> наружной поверхности изоляции, которой покрыт аппарат. Температура жидкости в теплообменнике t<sub>1</sub> = 80 град, температура наружного воздуха</p> <p>t<sub>5</sub>=10 град. Теплообменник выполнен из стал,толщина стальной стенки 10 мм Толщина изоляции 80 мм. Коэффициент теплоотдачи от жидкости к стенке аппарата <math>\alpha_1=232 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})</math>, коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к воздуху <math>\alpha_2=10,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})</math> Коэффициент теплопроводности изоляции <math>\lambda=0,1163 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})</math>.</p> <p>4) Стенка печи состоит из двух слоёв: огнеупорного кирпича (<math>\delta_1=500 \text{ мм}</math>) и строительного кирпича (<math>\delta_2=250 \text{ мм}</math>). Температура внутри печи 1300 0С, температура окружающего пространства 25 0С.</p> <p>Определить: а) потери теплоты с 1 м<sup>2</sup> поверхности стенки б) температуру t<sub>3</sub> на грани между огнеупорным и строительным кирпичом.</p> <p>Коэффициент теплоотдачи от печных газов к стенке <math>\alpha_1=34,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})</math>, коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху <math>\alpha_2=16,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})</math>, Коэффициент теплопроводности огнеупорного кирпича <math>\lambda_1=1,16 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})</math> Коэффициент теплопроводности строительного кирпича <math>\lambda_2=0,58 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})</math></p>
P4	Видеоответ 1 (скринкаст 1)	ОПК-5-32	Вывести основное уравнение Эйлера (основное уравнение гидростатики) из рассмотрения сил, действующих на элементарный объём.
P5	Видеоответ 2 (скринкаст 2)	ОПК-5-У2	Вывести основное уравнение Бернулли из рассмотрения сил, действующих на элементарный объём. Вывести уравнение Бернулли из закона сохранения энергии.
P6	Видеоответ 3 (Скринкаст 3)	ОПК-5-33	Записать видеоответ, в котором пояснить принцип действия конфузорно-диффузорного устройства.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)

Образец билета для зачета  
БИЛЕТ К ЗАЧЕТУ № 0

Дисциплина: «Процессы и аппараты химической технологии»  
Направление: 18.03.01 «Процессы и аппараты химической технологии»  
Форма обучения: очная  
Форма проведения зачета: устная

- 1) Понятие о вязкости жидкости. Уравнение связи силы вязкостного трения, вязкости среды, площади контакта и градиента скорости .
- 2) Материальный баланс движения жидкости по трубопроводу с различным сечением и принцип неразрывности потока.

Составил: к.т.н., доцент кафедры МиЕ Д.И. Алексеев  
Зав. кафедрой МиЕ А.В. Швалёва

Одной из форм промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен (5 семестр).

Ниже представлен образец билета для экзамена, проводимого в устной форме.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«МИСИС»  
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра математики и естествознания

БИЛЕТ К ЭКЗАМЕНУ № 0

Дисциплина: «Процессы и аппараты химической технологии»

Направление: 18.03.01 «Процессы и аппараты химической технологии»

Форма обучения: очная

Форма проведения экзамена: устная

- 1) Типы теплообменных аппаратов. Название, типовая конструкция, движение теплоносителя
- 2) Тепловой баланс происходящего в теплообменной аппаратуре процесса теплопередачи

Составил: к.т.н., доцент кафедры МиЕ Д.И. Алексеев

Зав. кафедрой МиЕ А.В. Швалёва

Задания для текущего контроля знаний

1. Расчет ориентировочного диаметра трубопровода и выбор стандартного диаметра трубопровода по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК  $x_{нк} = 0,26$ ; расход смеси  $G = 23300$  кг/ч; начальная температура водяного пара  $t_{1н} = 160$  °С; конечная температура водяного пара  $t_{1к} = 160$  °С; начальная температура смеси  $t_{2н} = 30$  °С; конечная температура смеси  $t_{2к} = 61$  °С; давление водяного пара  $P_{вп} = 480000$  Па; геометрическая высота подъема  $h_{геом} = 21$  м.
2. Расчет скорости движения жидкости и определение режима ее движения по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК  $x_{нк} = 0,26$ ; расход смеси  $G = 23300$  кг/ч; начальная температура водяного пара  $t_{1н} = 160$  °С; конечная температура водяного пара  $t_{1к} = 160$  °С; начальная температура смеси  $t_{2н} = 30$  °С; конечная температура смеси  $t_{2к} = 61$  °С; давление водяного пара  $P_{вп} = 480000$  Па; геометрическая высота подъема  $h_{геом} = 21$  м.
3. Расчет коэффициента гидравлического сопротивления по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК  $x_{нк} = 0,26$ ; расход смеси  $G = 23300$  кг/ч; начальная температура водяного пара  $t_{1н} = 160$  °С; конечная температура водяного пара  $t_{1к} = 160$  °С; начальная температура смеси  $t_{2н} = 30$  °С; конечная температура смеси  $t_{2к} = 61$  °С; давление водяного пара  $P_{вп} = 480000$  Па; геометрическая высота подъема  $h_{геом} = 21$  м.
4. Расчет коэффициентов местных сопротивлений по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК  $x_{нк} = 0,26$ ; расход смеси  $G = 23300$  кг/ч; начальная температура водяного пара  $t_{1н} = 160$  °С; конечная температура водяного пара  $t_{1к} = 160$  °С; начальная температура смеси  $t_{2н} = 30$  °С; конечная температура смеси  $t_{2к} = 61$  °С; давление водяного пара  $P_{вп} = 480000$  Па; геометрическая высота подъема  $h_{геом} = 20$  м.
5. Расчет полной потери напора в трубопроводе по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК  $x_{нк} = 0,26$ ; расход смеси  $G = 23300$  кг/ч; начальная температура водяного пара  $t_{1н} = 160$  °С; конечная температура водяного пара  $t_{1к} = 160$  °С; начальная температура смеси  $t_{2н} = 30$  °С; конечная температура смеси  $t_{2к} = 61$  °С; давление водяного пара  $P_{вп} = 480000$  Па; геометрическая высота подъема  $h_{геом} = 20$  м.
6. Расчет стандартного кожухотрубного аппарата для процесса нагрева смеси по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК  $x_{нк} = 0,26$ ; расход смеси  $G = 23300$  кг/ч; начальная температура водяного пара  $t_{1н} = 160$  °С; конечная температура водяного пара  $t_{1к} = 160$  °С; начальная температура смеси  $t_{2н} = 30$  °С; конечная температура смеси  $t_{2к} = 61$  °С; давление водяного пара  $P_{вп} = 480000$  Па; геометрическая высота подъема  $h_{геом} = 21$  м.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Критерии оценки ответов на экзамене, проводимом в устной форме

- оценка «отлично» выставляется студенту, если четко сформулирован ответ на вопрос билета, ясно излагаются основные понятия и теоретические основы; логически соединены в единое повествование термины, понятия, теоретические обобщения, относящиеся к раскрываемой теме; если без ошибок выполнено практическое задание;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если частично сформулирован ответ на вопрос билета, излагаются основные понятия и теоретические основы; недостаточно логично соединены в единое повествование термины, понятия, теоретические обобщения, относящиеся к раскрываемой теме; если без ошибок выполнено практическое задание;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствует четко сформулированный ответ на поставленный вопрос и ясное изложение темы; отсутствует логическое соединение в единое повествование теоретические обобщения; ответ формулируется на примерах бытового уровня; практическое задание выполнено с недочетами.

Критерии оценки ответов на экзамене, проводимом в дистанционной форме в LMS Moodle

90 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 - отлично

75 ≤ Процент верных ответов < 90 - хорошо

60 ≤ Процент верных ответов < 75 – удовлетворительно

Оценка результатов защиты курсового проекта осуществляется по бальной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Курсовая работа считается выполненной успешно, если при её оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

При поведении защиты в форме устного опроса критериями оценки являются

**«Отлично»:** Работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает глубокие знания вопросов темы; свободно оперирует расчетными данными; легко отвечает на поставленные вопросы.

**«Хорошо»:** Работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает знания вопросов темы; без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

**«Удовлетворительно»:** Работа содержит расчетную базу, характеризуется наличием отдельных ошибок в расчетах. При защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.

**«Неудовлетворительно»:** Работа не содержит расчетную базу, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях, имеет значительные ошибки в расчетах. При защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.

Оценка результатов экзамена осуществляется по бальной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Экзамен считается пройденным успешно, если при его проведении получена оценка не ниже «удовлетворительно».

При поведении экзамена в письменной форме критериями оценки являются

**«Отлично»:** Оба вопроса билета изложены полно (в рамках программы курса или лекционного курса) и точно.

Способность самостоятельно мыслить, ясно и последовательно излагать содержание ответа, умение обобщать материал, делать выводы. Правильные ответы на дополнительные (проверочные) вопросы в рамках билета. Подробное изложение основных положений ответа в Листе устного опроса.

**«Хорошо»:** Оба вопроса или один из них в целом раскрыты, но изложены недостаточно полно (не менее, чем на 80 – 90 %), либо в ответе содержатся неточности (в именах, хронологии, в названии тер-мина при понимании его сути и т.д.). Наличие достаточно подробных записей в Листе устного опроса.

**«Удовлетворительно»:** Изложение каждого вопроса в не менее, чем на 60 %, грубые ошибки в периодизациях, классификациях, трактовке основных понятий и т.д. Незнание одного из вопросов может быть компенсировано другим вопросом (на усмотрение преподавателя) при соответствующей записи в Листе устного опроса. Непоследовательное изложение материала, неумение делать выводы.

**«Неудовлетворительно»:** Отсутствие записей в Листе устного опроса, отказ от ответа, подмена одного вопроса другим, наличие шпаргалки. Изложение вопросов менее, чем на 60 %. Незнание основных понятий и положений темы.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	А.Г. Касаткин	Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов		М., Альянс, 2014

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампида, В.Г.Иванов, Э.В.Чиркунов, под ред.Х.Э. Харлампида	Общая химическая технология. Методология проектирования химико - технологических процессов: Учебник		СПб, Лань, 2014
Л1.3	Алексеев В.В.	Лабораторный практикум по машинам и аппаратам химических производств : учебное пособие		Казань : Издательство КНИТУ, 2011
Л1.4	А.И. Разинов, П.П. Суханов	Процессы массопереноса с участием твердой фазы=Mass transfer processes with a solid phase participation : учебное пособие		Казань : КНИТУ, 2012
Л1.5	А.И. Леонтьева	Оборудование химических производств в 2 частях . Ч. 1. : учебное пособие		Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», , 2012
Л1.6	А.И. Леонтьева	Оборудование химических производств в 2 частях . Ч. 2. : учебное пособие		Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», , 2012

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков	Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие		М., Альянс, 2013
Л2.2	Н.А.Самойлов	Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико - технологических процессов": Учебное пособие		СПб, Лань, 2013
Л2.3	А.М. Гумеров	Математическое моделирование химико - математических процессов: Учебное пособие		СПб, Лань, 2014

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	А.В.Горохов	Снятие и построение характеристик центробежного насоса: Методические указания к лабораторной работе		Магнитогорск гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова , 2013
Л3.2	А.В.Горохов, В.В.Вейнский	Определение режима движения жидкости: Методические указания к лабораторной работе		Магнитогорск ГОУ ВПО 2МГТУ", 2009
Л3.3	В.В.Вейнский , А.В.Горохов	Изучение процесса теплообмена в жидкостном теплообменнике: Методические указания к лабораторной работе		Магнитогорск гос.техн.ун-та им. Г.И. Носова , 2012
Л3.4	А.В.Горохов	Изучение вязкости жидкости: Методические указания к лабораторной работе		Магнитогорск гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова , 2013
Л3.5	В.В.Вейнский, А.В.Горохов	Изучение процесса осаждения твердых частиц в жидкости		Магнитогорск, ГОУ ВПО "МГТУ"" ,

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Российская научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
Э2	LMS Canvas	<a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>

<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>	
П.1	WinPro 10 RUSUpgrdOLVNLEachAcdmcAP
П.2	Компас 3D V24
П.3	Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual
П.4	Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition;
П.5	Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition;
П.6	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
П.7	Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level
П.8	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft
П.9	Браузер Google Chrome
П.10	Microsoft Teams
П.11	Zoom
П.12	Браузер Yandex
П.13	WinDjView 2.0.2
П.14	Adobe Reader
П.15	Антивирус Dr Web Suite
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
И.1	model.exponenta.ru - – учебно-методический сайт о моделировании и исследовании систем, объектов, технических процессов и физических явлений.
И.2	mvtu.power.bmstu.ru - Статьи о возможностях ПК «МВТУ», опубликованные на сайте model.exponenta.ru: «Программный комплекс "Моделирование в технических устройствах"».
И.3	xumuk.ru

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>			
Ауд.	Назначение	Вид	Оснащение
113	Учебная лаборатория (компьютерный класс)		13 шт. - Компьютер в сборе; 1 шт. - Проектор универсальный Vivitek DH278; 1 шт. - Экран настенный 150x200; 1 шт. - Коммутатор D-Link 16 порт.; 1 шт. - Подвес для проектора; 1 шт. - Веб камера Logitech; 1 шт. - Кондиционер ; 13 шт. - Стол компьютерный; 2 шт. - Стол преподавательский; 7 шт. - Стулья; 12 шт. - Кресло; 1 шт. - Шкаф книжный; 12 шт. - Рулонные шторы; 1 шт. - Ученическая доска;
133	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Пр	1 шт. - Системный блок Intel Core; 1 шт. - Монитор LCD; 1 шт. - Экран настенный 200x200; 1 шт. - Веб камера Logitech; 1 шт. - Проектор Acer P1266; 1 шт. - Подвес для проектора; 1 шт. - Ученическая доска; 28 шт. - Стол студенческий; 1 шт. - Стол преподавательский; 56 шт. - Стул; 16 шт. - Жалюзи.

216	Учебная лаборатория	1 шт. - Лаборатория теплотехники и термодинамики ; 1 шт. - Лабораторный стенд для изучения принципов преобразования и измерения давления, расхода жидкости, воздуха; 1 шт. - Лабораторный стенд для изучения принципов преобразования и измерения давления, расхода жидкости, воздуха; 2 шт. - Горелки инжекционные; 1 шт. - Компьютер 34753, 34753/1; 1 шт. - Комплект учебного оборудования "Механика жидкости "ТМЖ -2В-09-12ЛР-01; 1 шт. - Комплект учебного оборудования "Тепловые процессы в газах"; 1 шт. - Комплект учебного оборудования "Теплотехника жидкости"; 1 шт. - Прибор ТК-2М.
-----	---------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для успешного освоения дисциплины и понимания теоретического материала студентом необходимы знания, полученные в высшей школе по математике, физике, общей и неорганической химии, информатике, физической химии, теории вероятностей и математической статистике, экологии.

Следует помнить, что лекционный материал отражает лишь наиболее значимые научные и технические решения, поэтому, для понимания материала необходимо обращаться к литературным источникам с более полным описанием изучаемой темы. Не следует ограничиваться одним учебным пособием, или выбирать самый современный учебник. Полезнее сравнивать устаревшие технологические решения с наиболее эффективными современными, отслеживая эволюцию технической и инженерной мысли. Для этих целей следует использовать как базовую литературу, так и дополнительную, указанные в рабочей программе дисциплины.

При подготовке к практическим занятиям необходимо повторить ранее пройденный лекционный материал и дополнить его сведениями из актуальных на сегодняшний день источников периодической печати ведущих в отрасли журналов, таких как «Кокс и Химия», «Башкирский нефтехимический журнал», «Сталь», «Уголь», «Вестник МГТУ». При наличии, полезно использовать информационные бюллетени, выпускаемые ведущим научно-исследовательским институтом страны ФГУП ВУХИН (Восточный углехимический институт, г. Екатеринбург), а также сборники реферативных статей, патенты, находящиеся в открытом доступе.

Рассматривая какую-либо технологическую цепочку следует помнить, что успешно функционирующая технология на одном заводе может оказаться не эффективной в условиях другого. Отсюда – не бывает единственно верного и универсального технического решения. Оптимальное же решение возможно только при детальном изучении множества литературных источников и практических выводов. Таким образом только понимание предназначения и области применения каждой технологии ведет к успешному освоению курса.

В целом, дисциплина состоит не только из аудиторной части, но и включает в себя самостоятельную работу студента, призванную в первую очередь научить студента работать с литературой и проводить логический анализ, делать обобщения.

На самоподготовку выносятся следующие темы:

«История и основные этапы развития коксохимической технологии»,

«Современные направления развития коксохимической промышленности и аппаратов коксохимических производств».

Для успешной сдачи экзамена и зачета при этом необходимо объединить сведения, полученные в ходе лекционных, практических занятий и самоподготовки.

Курсовой проект является заключительным этапом обучения студентов по дисциплине ПиАХТ и выполняется после сдачи экзаменов по курсу.

Курсовое проектирование имеет своей целью обучить студентов основам технологического и конструктивного расчетов химической аппаратуры, а также расширить теоретические знания студентов, приобрести навыки по решению инженерных задач. Выполнение курсового проекта служит базой для курсовых и дипломных проектов по специальности

В процессе курсового проектирования студент должен овладеть методикой технико-экономического обоснования и выбора типовой аппаратуры, теорией и практикой выполнения расчетов и проектирования аппаратов.

Темой курсового проекта является расчет и проектирование типовой химической аппаратуры, например, выпарных установок, сушильных аппаратов, массообменных колонн. Тема проекта должна предусматривать расчеты по нескольким важнейшим разделам курса, включая гидравлические, тепловые расчеты и расчеты по тепло-массообмену.

На основании расчетов студентом определяются основные режимные параметры и геометрические характеристики аппарата. Затем выполняются эскизы аппарата, прорабатывается компоновка и возможные варианты расположения узлов.

После выбора оптимального варианта конструкции студент приступает к разработке чертежей аппарата.

Результаты расчета вместе с графиками, рисунками и необходимыми вспомогательными материалами оформляются в виде пояснительной записки.

Объем расчетно-пояснительной записки составляет 30-35 листов рукописного текста.

В целом курсовой проект должен представлять собой законченную проектную разработку установки. За результаты расчетов ответственность несет студент – автор проекта. Преподаватель – руководитель проекта – направляет работу студента, обеспечивает систематические консультации, на которых студент получает ответы на все возникающие у него

вопросы и рекомендации по основным разделам разрабатываемого проекта.

Законченный и полностью оформленный проект сдается на проверку преподавателю. После проверки и внесения исправлений проводится защита проекта. Оценивается курсовой проект с учетом качества выполнения, уровня защиты и степени самостоятельности при работе.

Графическая часть проекта состоит из чертежей на листах формата А1.

При выполнении расчетных задач и решении задач курсового проектирования

Основное содержание пояснительной записки определяется заданием на курсовой проект. Объем пояснительной записки должен быть не менее 30...40 страниц рукописного текста. Страницы записки нумеруются, включая страницы с рисунками и таблицами. На титульном листе номер страницы не указывается.

Вне зависимости от темы расчетно-пояснительная записка должна содержать: - титульный лист;

- задание на проектирование;
- оглавление;
- введение;
- описание технологической схемы установки;
- основные свойства рабочих сред;
- расчетную часть, включающую технологические расчеты и выбор оборудования;
- заключение;
- список использованной литературы.

Во введении указываются сущность, значение и области применения рассматриваемого процесса. Необходимо также привести сравнительную характеристику аппаратов для его осуществления и обосновать выбор конструкции основного аппарата.

При описании технологической схемы следует проанализировать различные ее варианты, позволяющие интенсифицировать основной процесс и повысить технико-экономические показатели. Необходимо также учитывать требования охраны окружающей среды.

В условиях роста масштабов промышленного производства охрана окружающей среды стала одной из важнейших проблем современности, в решении которых значительная роль принадлежит процессам и аппаратам химической технологии как при разработке новых малоотходных производств, так и при разработке методов очистки сточных вод и газовых выбросов. Это достигается одновременно несколькими путями: комплексное использование сырья, замкнутые водооборотные циклы, селективность процесса, оптимизация его режима, замена отдельных стадий процессов на экологически более чистые. Технологическая схема должна оказывать возможно меньшее отрицательное воздействие на природные экосистемы, и при проведении рассматриваемого технологического процесса должны быть сведены к минимуму выбросы в атмосферу и гидросферу.

Обоснованный окончательный вариант технологической схемы следует описать конкретно. Должна быть приведена принципиальная схема установки с указанием позиций (номеров аппаратов). На схеме указываются направления потоков, значения их расходов, температур, концентраций и других параметров.

В сводке основных свойств рабочих сред должны быть приведены химические формулы соединений, молярные массы, физико-химические и термодинамические данные, их зависимости от температуры и состава. Для определения этих данных пользуются справочной литературой. Если необходимые значения того или иного свойства находятся за пределами представленного в справочных материалах диапазона изменения физических условий (температур, давлений, концентраций), то следует прибегнуть к методам экстраполяции. При отсутствии сведений можно воспользоваться подобием физико-химических свойств, правилом линейности химико-технологических функций и другими расчетными методами. Так, для нахождения динамического коэффициента вязкости жидкости по динамическому коэффициенту вязкости эталонного вещества может быть применено правило линейности, установленное К. Ф. Павловым. При отсутствии экспериментальных данных, например, коэффициент теплопроводности жидкости можно рассчитать по эмпирической формуле, представленной в следующем источнике:

1) Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - М.: Альянс, 2005. - 576 с.

Окончательно сведения о свойствах рабочих сред необходимо представить в виде таблиц или графиков.

В технологических расчетах путем составления уравнений материального и теплового балансов определяют расходы, составы и температуры получаемых продуктов, тепловые нагрузки аппаратов, расходы теплоносителей – греющего пара, охлаждающей воды. Задачей этого раздела проекта является расчет основных размеров аппаратов (диаметра, высоты, поверхности теплопередачи и т.д.). На основании анализа литературных данных выбирается методика расчета размеров аппаратов. По уравнениям тепло- и массопередачи рассчитывают основные размеры аппаратов и затем выбирают стандартные. В этот же раздел включаются гидравлические расчеты аппаратов. Кроме основных аппаратов в установку входит вспомогательное оборудование: насосы, вентиляторы, газодувки, вакуум-насосы и т.п. Вспомогательное оборудование подбирают по нормалам, каталогам или ГОСТам с учетом конкретных условий его работы.

Закончив расчетную часть проекта, студент в заключение излагает основные результаты выполненной работы и дает анализ полученных результатов.

В списке литературы перечисляются лишь те источники, на которые имеются ссылки в расчетно-пояснительной записке. Сведения о литературном источнике должны включать: полное название, фамилию и инициалы автора, место издания, наименование издательства, год издания, число страниц. Все использованные источники приводятся в списке в порядке упоминания их в тексте и записываются следующим образом:

1. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов. – М.: Альянс, 2005. – 753 с.
2. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - М.: Альянс, 2005. - 576 с.
3. Основные процессы и аппараты химической технологии : Пособие по курсовому проектированию /Под ред. Ю.И.Дытнерского.– М.:Химия, 1991.–272 с. Расчетно-пояснительная записка оформляется на стандартных листах бумаги

формата А4 (210x297мм). На каждом листе оставляются поля: слева не менее 30 мм, справа не менее 20 мм. Сокращения слов в тексте не допускаются. Терминология должна соответствовать общепринятой в научно-технической литературе.

Расчеты в записке должны сопровождаться пояснениями. Все расчетные формулы приводятся сначала в общем виде, нумеруются, затем дается наименование обозначений и указываются размерности всех входящих в формулу величин. Численные значения величин в формулу подставляют в том порядке, в каком они в ней записаны, и приводят результат расчета. Все расчеты должны быть выполнены в международной системе единиц СИ.

Расчетно-пояснительная записка должна быть снабжена необходимыми графиками, схемами, эскизами. Все иллюстрации именуются рисунками. Рисунок нумеруют и располагают после ссылки на него. В тексте записки указываются ссылки на использованную литературу для эмпирических формул, физических констант и других справочных данных. Ссылки на литературные источники дают в квадратных скобках, указывая номер данного источника в списке литературы.

Графическая часть проекта состоит из чертежа основного аппарата. Оформление графической части проекта должно соответствовать требованиям ЕСКД, предъявляемым к выполнению технического проекта.

На чертеже должны быть даны главный вид аппарата в сечении по вертикальной оси, вид сверху (если необходимо), разрезы и сечения, дающие полное представление об устройстве данного аппарата, а также основные узлы, которые на главном виде не удастся изобразить четко. Главный вид аппарата вычерчивают только в рабочем положении и располагают его вдоль большей стороны листа. На остальной части листа располагают другие виды, сечения, разрезы. Рекомендуется общий вид аппарата вычерчивать в наибольшем из масштабов с применением при необходимости разрыва изображения.