



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:

директор института  
естествознания и стандартизации  
И.Ю. Мезин

10 октября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ***

Направление подготовки  
18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) программы  
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
Очная

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

Естествознания и стандартизации  
Физической химии и химической технологии  
3  
5, 6

Магнитогорск  
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 11 августа 2016 г. № 1005.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физической химии и химической технологии

«15» октября 2018 г., протокол № 4

Зав. кафедрой



/ А.Н. Смирнов /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации

«29» октября 2018 г., протокол № 2

Председатель



/ И.Ю. Мезин /

Рабочая программа составлена:

доцент, канд. техн. наук, доцент



/ М.В. Шубина /

Рецензент:

ведущий специалист  
НТЦ ГАДП ПАО «ММК»,  
канд. техн. наук



/ Е.Н. Степанов /



## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» являются:

- формирование у студентов базовых знаний по гидродинамике, теплообмену, и массопереносу в процессах и аппаратах химической технологии для обеспечения понимания сущности явлений, наблюдающихся в процессах и оборудовании, при решении стандартных задач и проблем в ходе профессиональной деятельности;
- формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин базовой части блока 1 образовательной программы: общая и неорганическая химия; математика; физика; информатика; физическая химия; начертательная геометрия и компьютерная графика; прикладная механика; общая химическая технология;

а также следующих дисциплин вариативной части блока 1 образовательной программы: органическая химия; коллоидная химия.

Требования к входным знаниям:

- знать основные размерности физических величин;
- знать дифференциальное и интегральное исчисление, нахождение регрессионной зависимости;
- знать свойства основных классов неорганических и органических веществ;
- знать законы сохранения массы и энергии;
- знать химическую термодинамику.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при дальнейшем освоении дисциплин базовой части блока 1 образовательной программы: химические реакторы; моделирование химико-технологических процессов; проектная деятельность;

а также следующих дисциплин вариативной части блока 1 образовательной программы: массообменные процессы химической технологии; химическая технология топлива и углеродных материалов; извлечение и переработка химических продуктов коксования; коксование углей;

а также при подготовке к государственной итоговой аттестации и защите выпускной квалификационной работы.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Процессы и аппараты химической технологии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-1: способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</b>	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
Знать	<i>основные процессы гидравлики и теплотехники и их взаимосвязь с основными законами естественнонаучных дисциплин; методики расчетов параметров процессов гидравлики и теплотехники на базе основных законов естественнонаучных дисциплин</i>
Уметь	<i>рассчитывать и анализировать основные параметры процессов гидравлики и теплотехники с применением основных законов естественнонаучных дисциплин для решения задач профессиональной деятельности</i>
Владеть	<i>навыками расчета основных параметров процессов гидравлики и теплотехники с применением основных законов естественнонаучных дисциплин для решения задач профессиональной деятельности</i>
<b>ПК-7: способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта</b>	
Знать	<i>основные параметры оборудования гидравлических и тепловых систем и его работу; общие подходы к определению технического состояния, организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования, подготовке его к ремонту и принятию из ремонта</i>
Уметь	<i>рассчитывать основные параметры оборудования гидравлических и тепловых систем и анализировать результаты этих расчётов; определять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты оборудования, готовить его к ремонту и принимать из ремонта</i>
Владеть	<i>навыками расчета основных параметров оборудования гидравлических и тепловых систем; навыками определения технического состояния, организации профилактических осмотров и текущих ремонтов оборудования, подготовки его к ремонту и приемки из ремонта</i>
<b>ПК-8: готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования</b>	
Знать	<i>основное оборудование и его работу; подходы к определению возможностей вновь вводимого оборудования, его освоению и эксплуатации; методики расчетов основных параметров оборудования</i>
Уметь	<i>рассчитывать основные параметры оборудования; анализировать возможности вновь вводимого оборудования, принимать технические решения для его освоения и эксплуатации</i>
Владеть	<i>навыками расчета основных параметров оборудования; навыками в принятии технических решений по определению возможностей оборудования, его освоения и эксплуатации</i>
<b>ПК-9: способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования</b>	
Знать	<i>основное оборудование для гидравлических и тепловых систем; общие подходы к подбору оборудования для гидравлических и тепловых систем, анализу технической документации, подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования</i>
Уметь	<i>анализировать техническую документацию на основное оборудование для гидравлических и тепловых систем;</i>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<i>подбирать оборудование для гидравлических и тепловых систем, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования</i>
Владеть	<i>навыками подбора основного оборудования для гидравлических и тепловых систем и анализа технической документации на него</i>

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 110,65 акад. часов:
  - аудиторная – 105 акад. часов;
  - внеаудиторная – 5,65 акад. часов
- самостоятельная работа – 141,65 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Введение. Основы теории переноса количества движения, теплоты, массы	5	2	-	-	8	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос – беседа по лекционному материалу и литературным источникам	ОПК-1 – зув ПК-7 – зув ПК-8 – зув ПК-9 – зув
2. Гидродинамика и гидродинамические процессы. Основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков	5	4	9/4И	-	18	Самостоятельное изучение учебной литературы; оформление Лабораторной работы № 1, №2; подготовка к защите лабораторной работы № 1, №2	Устный опрос, сдача лабораторных работ № 1, 2	ОПК-1 – зув ПК-7 – зув ПК-8 – зув ПК-9 – зув
3. Теория физического и математического моделирования процессов химической технологии	5	4	9/4И	-	14	Самостоятельное изучение учебной литературы; оформление Лабораторной работы № 3, №4; подготовка к защите лабора-	Устный опрос, сдача лабораторных работ № 3, 4	ОПК-1 – зув ПК-7 – зув ПК-8 – зув ПК-9 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						торной работы № 3, №4		
4. Перемещение жидкостей. Насосы: поршневые и центробежные. Конструкции насосов объёмных, осевых и струйных	5	4	9/4И	-	18	Самостоятельное изучение учебной литературы; оформление Лабораторной работы № 5; подготовка к защите лабораторной работы № 5	Устный опрос, сдача лабораторной работы № 5	ОПК-1 – зув ПК-7 – зув ПК-8 – зув ПК-9 – зув
5. Разделение жидких и газовых неоднородных систем, перемешивание в жидких средах	5	4	9/2И	-	13	Самостоятельное изучение учебной литературы; оформление Лабораторной работы № 6; подготовка к защите лабораторной работы № 6	Устный опрос, сдача лабораторной работы № 6	ОПК-1 – зув ПК-7 – зув ПК-8 – зув ПК-9 – зув
<b>Итого за семестр</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>36/14И</b>	<b>-</b>	<b>71</b>		<b>Зачет</b>	
1. Тепловые процессы и аппараты: основы теории передачи теплоты, промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре	6	13	-	28/14И	60	Самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение КП	Устный опрос, контроль выполнения КП	ОПК-1 – зув ПК-7 – зув ПК-8 – зув ПК-9 – зув
2. Механические процессы	6	4	-	6	10,65	Самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение КП	Устный опрос, контроль выполнения КП, защита КП	ОПК-1 – зув ПК-7 – зув ПК-8 – зув ПК-9 – зув



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>Итого за семестр</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>34/14И</b>	<b>70,65</b>		<b>Экзамен/курсовой проект</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>5,6</b>	<b>35</b>	<b>36/14И</b>	<b>34/14И</b>	<b>141,65</b>		<b>Зачет/экзамен /курсовой проект</b>	

## 5 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» применяются традиционные, интерактивные и информационно-коммуникационные образовательные технологии.

1) *Традиционные образовательные технологии* ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий:

- Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

- На практическом занятии семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

- Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

- Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2) *Интерактивные технологии* – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды. Формы учебных занятий:

- Семинар-дискуссия (на практических занятиях и лабораторных работах) – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

3) *Информационно-коммуникационные образовательные технологии* – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией. Формы учебных занятий:

- Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

- Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

4) *Технологии проектного обучения* – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексиию.

Выполнение студентами *курсового проекта* ориентировано на решение производственных задач с использованием проблемных технологических операций, на отыскание границ применимости полученных результатов, на поиск вариантов лучших решений.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа студентов предполагает подготовку к устным опросам – беседам по литературным источникам и индивидуальным заданиям по различным расчётам на практических занятиях и лабораторных работах, а также выполнение курсового проектирования.

### Примерный перечень вопросов для устных опросов – бесед по темам

- Основы теории переноса количества движения, теплоты, массы.
- Гидродинамика и гидродинамические процессы. Основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков.
- Теория физического и математического моделирования процессов химической технологии.
- Перемещение жидкостей. Насосы: поршневые и центробежные. Конструкции насосов объёмных, осевых и струйных.
- Разделение жидких и газовых неоднородных систем, перемешивание в жидких средах (конструкции отстойников, фильтров, центрифуг).
- Тепловые процессы и аппараты: основы теории передачи теплоты, промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре (конструкции теплообменников, сушилок).
- Механические процессы.

1. Классификация основных процессов и аппаратов химической технологии
2. Анализ и расчет химической аппаратуры в химической технологии
3. Общие положения о составлении материальных и тепловых балансов
4. Основы технической гидравлики. Предмет и задачи технической гидравлики
5. Основные свойства капельных жидкостей
6. Внутренние силы жидкости (молекулярные силы)
7. Вязкость
8. Основное уравнение гидростатики. Уравнение поверхности уровня
9. Гидростатическое давление в точке покоящейся жидкости и форма поверхности уровня
10. Сила гидростатического давления на стенку сосуда
11. Основы гидродинамики
12. Основные уравнения гидродинамики
13. Основные критерии гидродинамического подобия
14. Уравнения Эйлера для движущейся жидкости
15. Уравнение Бернулли
16. Потери напора при движении реальной жидкости в прямолинейном канале
17. Режимы движения реальной жидкости и потери напора
18. Местные сопротивления потокам и расчет трубопроводов для транспорта жидкостей
19. Расчет газопроводов
20. Истечение жидкости через отверстия, штуцеры и водосливы
21. Перемещение жидкостей. Насосы
22. Поршневые насосы
23. Центробежные насосы
24. Ротационные насосы
25. Винтовые насосы
26. Пластинчатые насосы
27. Вихревые насосы
28. Струйные насосы

29. Газлифт (эрлифт)
30. Разделение неоднородных систем
31. Характеристика дисперсных систем
32. Гравитационное осаждение
33. Расчет производительности отстойников
34. Аппаратура отстаивания коксохимического производства
35. Фильтрование
36. Центробежное осаждение и центробежное фильтрование
37. Температурное поле и температурный градиент
38. Основное уравнение теплопередачи
39. Теплопроводность. Уравнение Фурье
40. Тепловое излучение
41. Закон Стефана-Больцмана
42. Закон Кирхгофа
43. Взаимное излучение двух тел
44. Лучеиспускание газов
45. Передача тепла конвекцией
46. Дифференциальное уравнение Фурье-Кирхгофа
47. Тепловое подобие
48. Теплопередача
49. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей
50. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей
51. Конструкция теплообменных аппаратов
52. Трубчатые теплообменники
53. Сравнительная характеристика теплообменных аппаратов
54. Расчет теплообменных аппаратов

Темы лабораторных работ:

- Лабораторная работа № 1. «Определение вязкости жидкости»  
 Лабораторная работа № 2. «Режимы движения жидкости»  
 Лабораторная работа № 3. «Осаждение твердых частиц в жидкости»  
 Лабораторная работа № 4. «Гидравлические сопротивления в трубопроводах»  
 Лабораторная работа № 5. «Снятие характеристик центробежного насоса»  
 Лабораторная работа № 6. «Теплопередача от жидкости к жидкости»

Примерные задания по темам следующих практических занятий

1. Применение основных уравнений гидродинамики для расчёта оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки.
2. Изучение схемы ректификационной установки с участком подогрева исходной смеси и определение ее физико-химических характеристик.
3. Определение параметров трубопровода и оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки.
4. Расчет стандартного кожухотрубного теплообменника для процесса нагрева исходной смеси ректификационной установки.

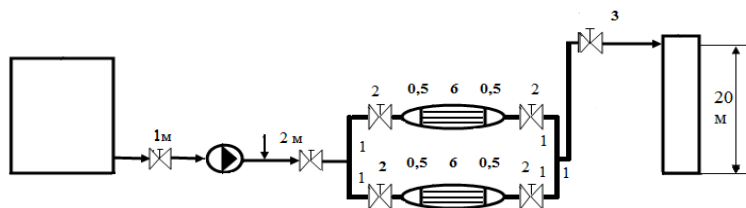
по гидравлическому и тепловому расчету оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки:

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. Расчёт 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. Расчёт 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. Расчёт 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. Расчёт 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.

Примерное задание на Курсовой проект:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Г.И. НОСОВА»

Кафедра физической химии и химической технологии

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

**Тема: «Расчёт оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки»**

Студенту \_\_\_\_\_

*Цель работы:*

Гидравлический и тепловой расчет оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки.

*Задачи:*

1. Расчет гидравлических сопротивлений в трубопроводе и выбор центробежного насоса.
2. Расчет стандартного кожухотрубного аппарата для процесса нагрева исходной смеси.

*Исходные данные:*

Смесь: метанол - толуол

Массовая доля НКК  $x_{НКК} = 0,50$

Расход смеси  $G = 27000$  кг/ч

Начальная температура водяного пара  $t_{1н} = 150$  °С

Конечная температура водяного пара  $t_{1к} = 150$  °С

Начальная температура смеси  $t_{2н} = 25$  °С

Конечная температура смеси  $t_{2к} = 65$  °С

Давление водяного пара  $P_{ен} = 480000$  Па

Геометрическая высота подъема  $h_{геом} = 21$  м

Срок сдачи: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

Руководитель: \_\_\_\_\_ / доцент, к.т.н. Шубина М.В. /

Задание получил: \_\_\_\_\_ / студент гр. \_\_\_\_\_ /

Магнитогорск, 20\_\_\_

***Перечень рекомендуемой литературы для выполнения КП:***

1. **Павлов К.Ф.**, Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Текст]. Учебное пособие для вузов /Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. . -М., Логос, 2006, 575 с. . (Учебники для вузов. Спец. Литература) - ISBN 5-7718-0224-9
2. **Паникаров И.И.** Расчёты машин и аппаратов химических производств и нефтепереработки (примеры и задачи) [Текст].: Учеб. пособие для вузов./ Паникаров И.И., Рачковский С.В., Поникаров С.И. - М.: Альфа-М. – 2008. – 270 с. (Учебники для вузов. Спец. Литература) - ISBN

Курсовой проект выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно

творчески его осмысливать.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых проектов. Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсового проекта. Совпадение тем курсовых проектов у студентов одной учебной группы не допускается.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовому проекту и рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Курсовой проект должен быть оформлен в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

Пример задания на курсовой проект представлен выше.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b><i>ОПК-1: способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</i></b>		
Знать	<i>основные процессы гидравлики и теплотехники и их взаимосвязь с основными законами естественнонаучных дисциплин; методики расчетов параметров процессов гидравлики и теплотехники на базе основных законов естественнонаучных дисциплин</i>	<b><i>Перечень теоретических вопросов для устных опросов – бесед по темам и зачета:</i></b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация основных процессов и аппаратов химической технологии</li> <li>2. Анализ и расчет химической аппаратуры в химической технологии</li> <li>3. Общие положения о составлении материальных и тепловых балансов</li> <li>4. Основы технической гидравлики. Предмет и задачи технической гидравлики</li> <li>5. Основные свойства капельных жидкостей</li> <li>6. Внутренние силы жидкости (молекулярные силы)</li> <li>7. Вязкость</li> <li>8. Основное уравнение гидростатики. Уравнение поверхности уровня</li> <li>9. Гидростатическое давление в точке покоящейся жидкости и форма поверхности уровня</li> <li>10. Сила гидростатического давления на стенку сосуда</li> <li>11. Основы гидродинамики</li> <li>12. Основные уравнения гидродинамики</li> <li>13. Основные критерии гидродинамического подобия</li> <li>14. Уравнения Эйлера для движущейся жидкости</li> <li>15. Уравнение Бернулли</li> <li>16. Потери напора при движении реальной жидкости в прямолинейном канале</li> <li>17. Режимы движения реальной жидкости и потери напора</li> <li>18. Местные сопротивления потокам и расчет трубопроводов для транспорта жидкостей</li> <li>19. Расчет газопроводов</li> <li>20. Истечение жидкости через отверстия, штуцеры и водосливы</li> <li>21. Перемещение жидкостей. Насосы</li> <li>22. Поршневые насосы</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		23. Центробежные насосы 24. Ротационные насосы 25. Винтовые насосы 26. Пластинчатые насосы 27. Вихревые насосы 28. Струйные насосы 29. Газлифт (эрлифт) 30. Разделение неоднородных систем 31. Характеристика дисперсных систем 32. Гравитационное осаждение 33. Расчет производительности отстойников 34. Аппаратура отстаивания коксохимического производства 35. Фильтрование 36. Центробежное осаждение и центробежное фильтрование 37. Температурное поле и температурный градиент 38. Основное уравнение теплопередачи 39. Теплопроводность. Уравнение Фурье 40. Тепловое излучение 41. Закон Стефана-Больцмана 42. Закон Кирхгофа 43. Взаимное излучение двух тел 44. Лучеиспускание газов 45. Передача тепла конвекцией 46. Дифференциальное уравнение Фурье-Кирхгофа 47. Тепловое подобие 48. Теплопередача 49. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей 50. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей 51. Конструкция теплообменных аппаратов 52. Трубчатые теплообменники

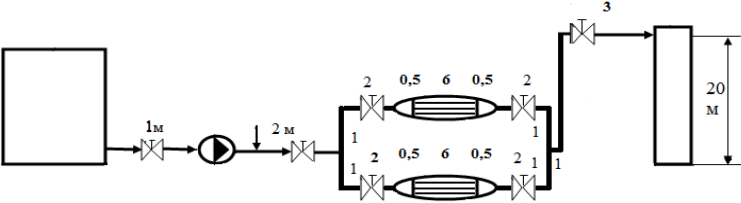
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		53. Сравнительная характеристика теплообменных аппаратов 54. Расчет теплообменных аппаратов
Уметь	<i>рассчитывать и анализировать основные параметры процессов гидравлики и теплотехники с применением основных законов естественнонаучных дисциплин для решения задач профессиональной деятельности</i>	<p><b>Примерные практические задания:</b></p> <p>1. Расчёт скорости движения жидкости и определение режима ее движения по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК <math>x_{НК} = 0,26</math>; расход смеси <math>G = 23300</math> кг/ч; начальная температура водяного пара <math>t_{1н} = 160</math> °С; конечная температура водяного пара <math>t_{1к} = 160</math> °С; начальная температура смеси <math>t_{2н} = 30</math> °С; конечная температура смеси <math>t_{2к} = 61</math> °С; давление водяного пара <math>P_{вп} = 480000</math> Па; геометрическая высота подъема <math>h_{геом} = 21</math> м.</p> <p>2. Расчёт коэффициента гидравлического сопротивления по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК <math>x_{НК} = 0,26</math>; расход смеси <math>G = 23300</math> кг/ч; начальная температура водяного пара <math>t_{1н} = 160</math> °С; конечная температура водяного пара <math>t_{1к} = 160</math> °С; начальная температура смеси <math>t_{2н} = 30</math> °С; конечная температура смеси <math>t_{2к} = 61</math> °С; давление водяного пара <math>P_{вп} = 480000</math> Па; геометрическая высота подъема <math>h_{геом} = 21</math> м.</p> <p>3. Расчет стандартного кожухотрубного аппарата для процесса нагрева смеси по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК <math>x_{НК} = 0,26</math>; расход смеси <math>G = 23300</math> кг/ч; начальная температура водяного пара <math>t_{1н} = 160</math> °С; конечная температура водяного пара <math>t_{1к} = 160</math> °С; начальная температура смеси <math>t_{2н} = 30</math> °С; конечная температура смеси <math>t_{2к} = 61</math> °С; давление водяного пара <math>P_{вп} = 480000</math> Па; геометрическая высота подъема <math>h_{геом} = 21</math> м.</p>
Владеть	<i>навыками расчета основных параметров процессов гидравлики и теплотехники с применением основных законов естественнонаучных дисциплин для решения задач профессиональной деятельности</i>	<p><b>Овладеть навыками расчета основных параметров процессов гидравлики и теплотехники с применением основных законов естественнонаучных дисциплин для решения задач профессиональной деятельности при выполнении следующих лабораторных работ:</b></p> <p>Лабораторная работа № 1. «Определение вязкости жидкости»  Лабораторная работа № 2. «Режимы движения жидкости»  Лабораторная работа № 3. «Осаждение твердых частиц в жидкости»  Лабораторная работа № 4. «Гидравлические сопротивления в трубопроводах»</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Лабораторная работа № 5. «Снятие характеристик центробежного насоса» Лабораторная работа № 6. «Теплопередача от жидкости к жидкости»
<b>ПК-7: способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта</b>		
Знать	<i>основные параметры оборудования гидравлических и тепловых систем и его работу; общие подходы к определению технического состояния, организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования, подготовке его к ремонту и принятия из ремонта</i>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация основных процессов и аппаратов химической технологии</li> <li>2. Анализ и расчет химической аппаратуры в химической технологии</li> <li>3. Общие положения о составлении материальных и тепловых балансов</li> <li>4. Потери напора при движении реальной жидкости в прямолинейном канале</li> <li>5. Режимы движения реальной жидкости и потери напора</li> <li>6. Местные сопротивления потокам и расчет трубопроводов для транспорта жидкостей</li> <li>7. Расчет газопроводов</li> <li>8. Истечение жидкости через отверстия, штуцеры и водосливы</li> <li>9. Перемещение жидкостей. Насосы</li> <li>10. Поршневые насосы</li> <li>11. Центробежные насосы</li> <li>12. Ротационные насосы</li> <li>13. Винтовые насосы</li> <li>14. Пластинчатые насосы</li> <li>15. Вихревые насосы</li> <li>16. Струйные насосы</li> <li>17. Газлифт (эрлифт)</li> <li>18. Разделение неоднородных систем</li> <li>19. Характеристика дисперсных систем</li> <li>20. Гравитационное осаждение</li> <li>21. Расчет производительности отстойников</li> <li>22. Аппаратура отстаивания коксохимического производства</li> <li>23. Фильтрование</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		24. Теплопередача 25. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей 26. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей 27. Конструкция теплообменных аппаратов 28. Трубчатые теплообменники 29. Сравнительная характеристика теплообменных аппаратов 30. Расчет теплообменных аппаратов
Уметь	<p><i>рассчитывать основные параметры оборудования гидравлических и тепловых систем и анализировать результаты этих расчётов;</i></p> <p><i>определять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты оборудования, готовить его к ремонту и принимать из ремонта</i></p>	<p><b>Примерный перечень тем практических занятий:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение основных уравнений гидродинамики для расчёта оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки.</li> <li>2. Изучение схемы ректификационной установки с участком подогрева исходной смеси и определение ее физико-химических характеристик.</li> <li>3. Определение параметров трубопровода и оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки.</li> <li>4. Расчет стандартного кожухотрубного теплообменника для процесса нагрева исходной смеси ректификационной установки.</li> </ol> <p><b>Примерное практическое задание для экзамена:</b></p> <p>Расчет стандартного кожухотрубного аппарата для процесса нагрева смеси по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК <math>x_{НК} = 0,26</math>; расход смеси <math>G = 23300</math> кг/ч; начальная температура водяного пара <math>t_{1н} = 160</math> °С; конечная температура водяного пара <math>t_{1к} = 160</math> °С; начальная температура смеси <math>t_{2н} = 30</math> °С; конечная температура смеси <math>t_{2к} = 61</math> °С; давление водяного пара <math>P_{вп} = 480000</math> Па; геометрическая высота подъема <math>h_{геом} = 21</math> м.</p>
Владеть	<p><i>навыками расчета основных параметров оборудования гидравлических и тепловых систем;</i></p> <p><i>навыками определения технического состояния, организации профилактических</i></p>	<p><b>Примерное задание на Курсовой проект:</b></p> <p><b>Тема: «Расчёт оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки»</b></p> <p><b>Цель работы:</b></p> <p>Гидравлический и тепловой расчет оборудования участка подогрева исходной смеси</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	осмотров и текущих ремонтов оборудования, подготовки его к ремонту и приемки из ремонта	ректификационной установки. <i>Исходные данные:</i> Смесь: метанол - толуол Массовая доля НКК $x_{НКК} = 0,50$ Расход смеси $G = 27000$ кг/ч Начальная температура водяного пара $t_{1н} = 150$ °С Конечная температура водяного пара $t_{1к} = 150$ °С Начальная температура смеси $t_{2н} = 25$ °С Конечная температура смеси $t_{2к} = 65$ °С Давление водяного пара $P_{вн} = 480000$ Па Геометрическая высота подъема $h_{geom} = 21$ м
<b>ПК-8: готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования</b>		
Знать	основное оборудование и его работу; подходы к определению возможностей вновь вводимого оборудования, его освоению и эксплуатации; методики расчетов основных параметров оборудования	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> 1. Классификация основных процессов и аппаратов химической технологии 2. Анализ и расчет химической аппаратуры в химической технологии 3. Общие положения о составлении материальных и тепловых балансов 4. Потери напора при движении реальной жидкости в прямолинейном канале 5. Режимы движения реальной жидкости и потери напора 6. Местные сопротивления потокам и расчет трубопроводов для транспорта жидкостей 7. Расчет газопроводов 8. Истечение жидкости через отверстия, штуцеры и водосливы 9. Перемещение жидкостей. Насосы 10. Поршневые насосы 11. Центробежные насосы 12. Ротационные насосы 13. Винтовые насосы 14. Пластинчатые насосы 15. Вихревые насосы 16. Струйные насосы

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		17. Газлифт (эрлифт) 18. Разделение неоднородных систем 19. Характеристика дисперсных систем 20. Гравитационное осаждение 21. Расчет производительности отстойников 22. Аппаратура отстаивания коксохимического производства 23. Фильтрование 24. Теплопередача 25. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей 26. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей 27. Конструкция теплообменных аппаратов 28. Трубчатые теплообменники 29. Сравнительная характеристика теплообменных аппаратов 30. Расчет теплообменных аппаратов
Уметь	<i>рассчитывать основные параметры оборудования;</i> <i>анализировать возможности вновь вводимого оборудования, принимать технические решения для его освоения и эксплуатации</i>	<b>Примерные практические задания:</b> 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 $x_{НК} = 0,26$ ; рас-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ход смеси <math>G = 23300</math> кг/ч; начальная температура водяного пара <math>t_{1н} = 160</math> °С; конечная температура водяного пара <math>t_{1к} = 160</math> °С; начальная температура смеси <math>t_{2н} = 30</math> °С; конечная температура смеси <math>t_{2к} = 61</math> °С; давление водяного пара <math>P_{вп} = 480000</math> Па; геометрическая высота подъема <math>h_{геом} = 21</math> м.</p> <p>4. Расчёт коэффициентов местных сопротивлений по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК <math>x_{нк} = 0,26</math>; расход смеси <math>G = 23300</math> кг/ч; начальная температура водяного пара <math>t_{1н} = 160</math> °С; конечная температура водяного пара <math>t_{1к} = 160</math> °С; начальная температура смеси <math>t_{2н} = 30</math> °С; конечная температура смеси <math>t_{2к} = 61</math> °С; давление водяного пара <math>P_{вп} = 480000</math> Па; геометрическая высота подъема <math>h_{геом} = 20</math> м.</p>  <p>5. Расчёт полной потери напора в трубопроводе по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК <math>x_{нк} = 0,26</math>; расход смеси <math>G = 23300</math> кг/ч; начальная температура водяного пара <math>t_{1н} = 160</math> °С; конечная температура водяного пара <math>t_{1к} = 160</math> °С; начальная температура смеси <math>t_{2н} = 30</math> °С; конечная температура смеси <math>t_{2к} = 61</math> °С; давление водяного пара <math>P_{вп} = 480000</math> Па; геометрическая высота подъема <math>h_{геом} = 20</math> м.</p> <p>6. Расчет стандартного кожухотрубного аппарата для процесса нагрева смеси по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК <math>x_{нк} = 0,26</math>; расход смеси <math>G = 23300</math> кг/ч; начальная температура водяного пара <math>t_{1н} = 160</math> °С; конечная температура водяного пара <math>t_{1к} = 160</math> °С; начальная температура смеси <math>t_{2н} = 30</math> °С; конечная температура смеси <math>t_{2к} = 61</math> °С; давление водяного пара <math>P_{вп} = 480000</math> Па; геометрическая высота подъема <math>h_{геом} = 21</math> м.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p><i>навыками расчета основных параметров оборудования;</i></p> <p><i>навыками в принятии технических решений по определению возможностей оборудования, его освоения и эксплуатации</i></p>	<p><b>Примерный перечень тем практических занятий:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение основных уравнений гидродинамики для расчёта оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки.</li> <li>2. Изучение схемы ректификационной установки с участком подогрева исходной смеси и определение ее физико-химических характеристик.</li> <li>3. Определение параметров трубопровода и оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки.</li> <li>4. Расчет стандартного кожухотрубного теплообменника для процесса нагрева исходной смеси ректификационной установки.</li> </ol> <p><b>Примерный перечень лабораторных работ:</b></p> <p>Лабораторная работа № 1. «Определение вязкости жидкости»</p> <p>Лабораторная работа № 2. «Режимы движения жидкости»</p> <p>Лабораторная работа № 3. «Осаждение твердых частиц в жидкости»</p> <p>Лабораторная работа № 4. «Гидравлические сопротивления в трубопроводах»</p> <p>Лабораторная работа № 5. «Снятие характеристик центробежного насоса»</p> <p>Лабораторная работа № 6. «Теплопередача от жидкости к жидкости»</p>
<b>ПК-9: способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования</b>		
Знать	<p><i>основное оборудование для гидравлических и тепловых систем;</i></p> <p><i>общие подходы к подбору оборудования для гидравлических и тепловых систем, анализу технической документации, подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования</i></p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация основных процессов и аппаратов химической технологии</li> <li>2. Анализ и расчет химической аппаратуры в химической технологии</li> <li>3. Общие положения о составлении материальных и тепловых балансов</li> <li>4. Потери напора при движении реальной жидкости в прямолинейном канале</li> <li>5. Режимы движения реальной жидкости и потери напора</li> <li>6. Местные сопротивления потокам и расчет трубопроводов для транспорта жидкостей</li> <li>7. Расчет газопроводов</li> <li>8. Истечение жидкости через отверстия, штуцеры и водосливы</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		9. Перемещение жидкостей. Насосы 10. Поршневые насосы 11. Центробежные насосы 12. Ротационные насосы 13. Винтовые насосы 14. Пластинчатые насосы 15. Вихревые насосы 16. Струйные насосы 17. Газлифт (эрлифт) 18. Разделение неоднородных систем 19. Характеристика дисперсных систем 20. Гравитационное осаждение 21. Расчет производительности отстойников 22. Аппаратура отстаивания коксохимического производства 23. Фильтрование 24. Теплопередача 25. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей 26. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей 27. Конструкция теплообменных аппаратов 28. Трубчатые теплообменники 29. Сравнительная характеристика теплообменных аппаратов 30. Расчет теплообменных аппаратов
Уметь	<i>анализировать техническую документацию на основное оборудование для гидравлических и тепловых систем; подбирать оборудование для гидравлических и тепловых систем, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования</i>	<b><i>Примерный перечень тем практических занятий:</i></b> 1. Применение основных уравнений гидродинамики для расчёта оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки. 2. Изучение схемы ректификационной установки с участком подогрева исходной смеси и определение ее физико-химических характеристик. 3. Определение параметров трубопровода и оборудования участка подогрева исходной

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>смеси ректификационной установки. 4. Расчет стандартного кожухотрубного теплообменника для процесса нагрева исходной смеси ректификационной установки.</p>
Владеть	<p><i>навыками подбора основного оборудования для гидравлических и тепловых систем и анализа технической документации на него</i></p>	<p><b>Примерное задание на Курсовой проект:</b>  <b>Тема: «Расчёт оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки»</b>  <b>Цель работы:</b>  Гидравлический и тепловой расчет оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки.  <b>Исходные данные:</b>  Смесь: метанол - толуол  Массовая доля НКК <math>x_{НКК} = 0,50</math>  Расход смеси <math>G = 27000 \text{ кг/ч}</math>  Начальная температура водяного пара <math>t_{1н} = 150 \text{ }^\circ\text{C}</math>  Конечная температура водяного пара <math>t_{1к} = 150 \text{ }^\circ\text{C}</math>  Начальная температура смеси <math>t_{2н} = 25 \text{ }^\circ\text{C}</math>  Конечная температура смеси <math>t_{2к} = 65 \text{ }^\circ\text{C}</math>  Давление водяного пара <math>P_{вн} = 480000 \text{ Па}</math>  Геометрическая высота подъема <math>h_{ггем} = 21 \text{ м}</math></p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена, зачета и в форме выполнения и защиты курсового проекта.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

- для получения **«зачтено»** по дисциплине обучающийся должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

- для получения **«незачтено»** по дисциплине обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Процессы и аппараты химической технологии». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

**Показатели и критерии оценивания курсового проекта:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку «хорошо» (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Конструирование и расчет элементов химического оборудования: учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров. - Москва : Альфа-М, 2010. - 382 с.: ил.; 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-98281-174-5 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/document?id=2776> .

2. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды: Учебное пособие / К.Р. Таранцева, К.В. Таранцев. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 412 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-009258-4 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/429195> .

### б) Дополнительная литература:

1. Физико-химические основы процессов тепломассообмена: Учебное пособие / Архипов В.А. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 199 с.: ISBN 978-5-4387-0539-0 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/673007> .

2. Нелинейные нестационарные эффекты в процессах массопереноса: монография / Гершанов В.Ю., Гармашов С.И. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2014. - 114 с. ISBN 978-5-9275-1232-4 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/552325> .

3. Теоретические основы теплотехники/Ляшков В. И. - Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 328 с.: 60x90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-905554-85-8 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/496993> .

### в) Методические указания:

1. Гидродинамика и теплопередача: практикум / А.В.Горохов. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2017. 59 с.

### Периодические издания:

– Кокс и химия: журнал – ISSN 0023-2815.

– Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология: журнал - ISSN 0579-2991.

– Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова: журнал - ISSN 1995-2732.

– Journal of chemical technology and metallurgy (журнал химической технологии и металлургии): журнал - ISSN 1314-3859.

### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	Бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

	ПО	
7Zip	Свободно распространяемое	бессрочно

1. Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/>
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).
3. Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> .
4. Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . – URL: <http://window.edu.ru/>.
5. East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/>.
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/>.
7. Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> .

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ: химические лаборатории	Химические реактивы, Химическая посуда Лабораторные установки Таблица «Периодическая система химических элементов» Плакаты по темам рабочей программы
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования