

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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
«25» сентября 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки
27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль) программы
Стандартизация и сертификация в химической промышленности

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
Очная

Институт	Естествознания и стандартизации
Кафедра	Физической химии и химической технологии
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, утвержденного приказом МОиН РФ от 6 марта 2015 г. № 168.

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

«01» сентября 2017 г., протокол № 1

Зав. кафедрой  / А.Н. Смирнов /


Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации

«25» сентября 2017 г., протокол № 1

Председатель  / И.Ю. Мезин /

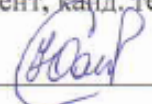
Рабочая программа составлена:

доцент, канд. техн. наук, доцент

 / М.В. Шубина /

Рецензент:

доцент, канд. техн. наук, доцент

 / Ю.В. Сомова /

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

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

- знания по гидродинамике, теплообмену и массопереносу в процессах и аппаратах химической технологии, что обеспечит понимание химико-технологических процессов и установление их взаимосвязи для управления качеством химической продукции, сформирует навыки теоретического и экспериментального исследования, научит прогнозировать временной ход процессов и их конечный результат в ходе профессиональной деятельности;
- формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология.

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

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

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения следующих дисциплин базовой части блока 1 образовательной программы: химия; математика; физика;

а также следующих дисциплин вариативной части блока 1 образовательной программы: начертательная геометрия и инженерная графика; материалы отрасли; аналитическая химия и ФХМА; введение в отрасль.

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 следующих дисциплин базовой части блока 1 образовательной программы: управление качеством;

а также следующих дисциплин вариативной части блока 1 образовательной программы: физическая химия; проектная деятельность; методы и средства измерений и контроля; организация и технология испытаний; УИРС; контрольно-измерительные процессы в отрасли; основы технологии химического производства; техническая термодинамика и теплотехника;

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
	ПК-7: способность осуществлять экспертизу технической документации, надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией оборудования, выявлять резервы, опреде-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
лять причины существующих недостатков и неисправностей в его работе, принимать меры по их устранению и повышению эффективности их использования	
Знать	<i>общие теоретические основы процессов химической технологии и виды эксплуатируемого оборудования, его технические резервы и способы повышения эффективности его использования</i>
Уметь	<i>описывать и анализировать типовые процессы химической технологии и работу эксплуатируемого оборудования, выявлять его технические резервы и способы повышения эффективности его использования</i>
Владеть	<i>навыками описания и анализа типовых процессов химической технологии и работы оборудования, навыками выявления его технических резервов и способов повышения эффективности его использования</i>
ПК-17: способность проводить изучение и анализ необходимой информации, технических данных, показателей и результатов работы, их обобщение и систематизацию, проводить необходимые расчеты с использованием современных технических средств	
Знать	<i>основные показатели работы и технические данные процессов и аппаратов химической технологии, способы обобщения и методики их расчетов с использованием современных технических средств</i>
Уметь	<i>определять показатели работы и технические данные процессов и аппаратов химической технологии, обобщать и рассчитывать их с использованием современных технических средств</i>
Владеть	<i>навыками расчетов показателей работы и технических данных процессов и аппаратов химической технологии с использованием современных технических средств, обобщения и анализа полученной информации</i>

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы 144 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 76,1 акад. часов:
 - аудиторная – 72 акад. часа;
 - внеаудиторная – 4,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 32,2 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. Гидродинамика и гидродинамические процессы. Основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков	5	6	6/2	2/1	6	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление Лабораторной работы № 1; - подготовка к защите лабораторной работы	Устный опрос, сдача Лабораторной работы № 1	ПК-7 – зув ПК-17 – зув
2. Основы теории подобия	5	2	-	2	2	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление РГР	Устный опрос, контроль выполнения РГР	ПК-7 – зув ПК-17 – зув
3. Перемещение жидкостей. Насосы: основные характеристики, конструкции, принципы работы	5	4	4/1	2/1	6	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление Лабораторной работы № 2; - подготовка к защите лабораторной работы	Устный опрос, сдача Лабораторной работы № 2	ПК-7 – зув ПК-17 – зув
4. Перемещение и сжатие газов. Ком-	5	4	-	2/1	2	- самостоятельное изучение учеб-	Устный опрос, контроль	ПК-7 – 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				
прессоры: основные характеристики, конструкции, принципы работы						ной литературы; - оформление РГР	выполнения РГР	ПК-17 – зув
5. Основы теории передачи теплоты. Основные законы различных механизмов передачи теплоты	5	8	4/1	2/1	6,2	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление Лабораторной работы № 3; - подготовка к защите лабораторной работы	Устный опрос, сдача Лабораторной работы № 3	ПК-7 – зув ПК-17 – зув
6. Теплообменники: процессы, расчет	5	2	-	2/1	2	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление РГР	Устный опрос, контроль выполнения РГР	ПК-7 – зув ПК-17 – зув
7. Теоретические основы массопередачи и методы расчета массообменной аппаратуры	5	6	-	4/1	4	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление РГР	Устный опрос, контроль выполнения РГР	ПК-7 – зув ПК-17 – зув
8. Перегонка и ректификация двухкомпонентных смесей. Схемы перегонных установок. Конструкции колонн	5	4	4/2	2	4	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление Лабораторной работы № 4; - подготовка к защите лабораторной работы	Устный опрос, сдача Лабораторной работы № 4	ПК-7 – зув ПК-17 – зув
Итого за семестр	5	36	18/6	18/6	32,2		Экзамен	
Итого по дисциплине	5	36	18/6	18/6	32,2		Экзамен	

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).

- 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 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).

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.

Примерный перечень вопросов для устных опросов – бесед по темам:

1. Гидродинамика и гидродинамические процессы. Основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков.
2. Основы теории подобия.
3. Перемещение жидкостей. Насосы: основные характеристики, конструкции, принципы работы.
4. Перемещение и сжатие газов. Компрессоры: основные характеристики, конструкции, принципы работы.
5. Основы теории передачи теплоты. Основные законы различных механизмов передачи теплоты.
6. Теплообменники: процессы, расчет.
7. Теоретические основы массопередачи и методы расчета массообменной аппаратуры.
8. Перегонка и ректификация двухкомпонентных смесей. Схемы перегонных установок. Конструкции колонн.

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. Основное уравнение гидростатики. Уравнение поверхности уровня
5. Основные уравнения гидродинамики
6. Основные критерии гидродинамического подобия
7. Уравнения Эйлера для движущейся жидкости
8. Уравнение Бернулли
9. Потери напора при движении реальной жидкости в прямолинейном канале
10. Режимы движения реальной жидкости и потери напора
11. Местные сопротивления потокам и расчет трубопроводов для транспорта жидкостей
12. Расчет газопроводов
13. Перемещение жидкостей. Насосы
14. Газлифт (эрлифт)
15. Разделение неоднородных систем
16. Гравитационное осаждение
17. Расчет производительности отстойников
18. Аппаратура отстаивания коксохимического производства
19. Фильтрование
20. Центробежное осаждение и центробежное фильтрование
21. Основное уравнение теплопередачи
22. Теплопроводность. Уравнение Фурье
23. Тепловое излучение
24. Передача тепла конвекцией
25. Дифференциальное уравнение Фурье-Кирхгофа
26. Тепловое подобие
27. Конструкция теплообменных аппаратов
28. Трубчатые теплообменники
29. Сравнительная характеристика теплообменных аппаратов

30. Расчет теплообменных аппаратов

Темы лабораторных работ:

Лабораторная работа № 1. «Определение вязкости жидкости»

Лабораторная работа № 2. «Гидравлические сопротивления в трубопроводах»

Лабораторная работа № 3. «Снятие характеристик центробежного насоса»

Лабораторная работа № 4. «Теплопередача от жидкости к жидкости»

Примерные задания для РГР и 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 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.

3. 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.

4. 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.

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
<i>ПК-7: способность осуществлять экспертизу технической документации, надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией оборудования, выявлять резервы, определять причины существующих недостатков и неисправностей в его работе, принимать меры по их устранению и повышению эффективности их использования</i>		
Знать	<i>общие теоретические основы процессов химической технологии и виды эксплуатируемого оборудования, его технические резервы и способы повышения эффективности его использования</i>	<i>Перечень теоретических вопросов для устных опросов – бесед по темам и экзамена:</i> <ol style="list-style-type: none"> 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. Основное уравнение гидростатики. Уравнение поверхности уровня 5. Основные уравнения гидродинамики 6. Основные критерии гидродинамического подобия 7. Уравнения Эйлера для движущейся жидкости 8. Уравнение Бернулли 9. Потери напора при движении реальной жидкости в прямолинейном канале 10. Режимы движения реальной жидкости и потери напора 11. Местные сопротивления потокам и расчет трубопроводов для транспорта жидкостей 12. Расчет газопроводов 13. Перемещение жидкостей. Насосы 14. Газлифт (эрлифт) 15. Разделение неоднородных систем 16. Гравитационное осаждение 17. Расчет производительности отстойников 18. Аппаратура отстаивания коксохимического производства 19. Фильтрование 20. Центробежное осаждение и центробежное фильтрование 21. Основное уравнение теплопередачи

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		22. Теплопроводность. Уравнение Фурье 23. Тепловое излучение 24. Передача тепла конвекцией 25. Дифференциальное уравнение Фурье-Кирхгофа 26. Тепловое подобие 27. Конструкция теплообменных аппаратов 28. Трубчатые теплообменники 29. Сравнительная характеристика теплообменных аппаратов 30. Расчет теплообменных аппаратов
Уметь	<i>описывать и анализировать типовые процессы химической технологии и работу эксплуатируемого оборудования, выявлять его технические резервы и способы повышения эффективности его использования</i>	Примерные темы лабораторных работ: Лабораторная работа № 1. «Определение вязкости жидкости» Лабораторная работа № 2. «Гидравлические сопротивления в трубопроводах» Лабораторная работа № 3. «Снятие характеристик центробежного насоса» Лабораторная работа № 4. «Теплопередача от жидкости к жидкости»
Владеть	<i>навыками описания и анализа типовых процессов химической технологии и работы оборудования, навыками выявления его технических резервов и способов повышения эффективности его использования</i>	Примерные задания для РГР 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 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. 3. Расчёт полной потери напора в трубопроводе по следующим исходным данным: ис-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК $x_{\text{НК}} = 0,26$; расход смеси $G = 23300$ кг/ч; начальная температура водяного пара $t_{1\text{н}} = 160$ °С; конечная температура водяного пара $t_{1\text{к}} = 160$ °С; начальная температура смеси $t_{2\text{н}} = 30$ °С; конечная температура смеси $t_{2\text{к}} = 61$ °С; давление водяного пара $P_{\text{вп}} = 480000$ Па; геометрическая высота подъема $h_{\text{геом}} = 20$ м.</p> <p>4. Расчет стандартного кожухотрубного аппарата для процесса нагрева смеси по следующим исходным данным: исходная смесь хлороформ - уксусная кислота; массовая доля НК $x_{\text{НК}} = 0,26$; расход смеси $G = 23300$ кг/ч; начальная температура водяного пара $t_{1\text{н}} = 160$ °С; конечная температура водяного пара $t_{1\text{к}} = 160$ °С; начальная температура смеси $t_{2\text{н}} = 30$ °С; конечная температура смеси $t_{2\text{к}} = 61$ °С; давление водяного пара $P_{\text{вп}} = 480000$ Па; геометрическая высота подъема $h_{\text{геом}} = 21$ м.</p>
<p>ПК-17: способность проводить изучение и анализ необходимой информации, технических данных, показателей и результатов работы, их обобщение и систематизацию, проводить необходимые расчеты с использованием современных технических средств</p>		
Знать	<p><i>основные показатели работы и технические данные процессов и аппаратов химической технологии, способы обобщения и методики их расчетов с использованием современных технических средств</i></p>	<p>Перечень тем теоретических вопросов для устных опросов – бесед и экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гидродинамика и гидродинамические процессы. Основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков. 2. Основы теории подобия. 3. Перемещение жидкостей. Насосы: основные характеристики, конструкции, принципы работы. 4. Перемещение и сжатие газов. Компрессоры: основные характеристики, конструкции, принципы работы. 5. Основы теории передачи теплоты. Основные законы различных механизмов передачи теплоты. 6. Теплообменники: процессы, расчет. 7. Теоретические основы массопередачи и методы расчета массообменной аппаратуры. 8. Перегонка и ректификация двухкомпонентных смесей. Схемы перегонных установок. Конструкции колонн.
Уметь	<p><i>определять показатели работы и технические данные процессов и аппаратов хи-</i></p>	<p>Примерные задания для практических занятий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет ориентировочного диаметра трубопровода и выбор стандартного диаметра трубо-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<i>мической технологии, обобщать и рассчитывать их с использованием современных технических средств</i>	<p>провода 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.</p> <p>2. 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.</p> <p>3. 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.</p> <p>4. 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.</p>
Владеть	<i>навыками расчетов показателей работы и технических данных процессов и аппаратов химической технологии с использованием современных технических средств, обобщения и анализа полученной информации</i>	<p>Примерный перечень лабораторных работ:</p> <p>Лабораторная работа № 1. «Определение вязкости жидкости»</p> <p>Лабораторная работа № 2. «Гидравлические сопротивления в трубопроводах»</p> <p>Лабораторная работа № 3. «Снятие характеристик центробежного насоса»</p> <p>Лабораторная работа № 4. «Теплопередача от жидкости к жидкости»</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 и в форме выполнения и защиты РГР и лабораторных работ.

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.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. а) Основная литература:

1. Бородулин, Д. М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. М. Бородулин, В. Н. Иванец. — Кемерово : КемГУ, 2007. — 168 с. — ISBN 978-5-89289-435-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4614> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Конструирование и расчет элементов химического оборудования [Электрон.ресурс]: учебник / И.И.Поникаров, С.И.Поникаров. - М.: Альфа-М, 2010. - 382с.– Режим доступа : <http://znanium.com/bookread2.php?book=184786>. - Загл. с экрана - ISBN 978-5-98281-174-5.
3. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды [Электрон.ресурс]: Учебное пособие / К.Р.Таранцева, К.В.Таранцев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 412 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=429195>. - Загл. с экрана - ISBN 978-5-16-009258-4.

б) Дополнительная литература:

1. Архипов В. А. Физико-химические основы процессов тепломассообмена [Электронный ресурс]: учебное пособие / Архипов В. А. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 199 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=673007> . - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-4387-0539-0.
2. Гершанов В. Ю. Нелинейные нестационарные эффекты в процессах массопереноса [Электронный ресурс]: монография / Гершанов В. Ю., Гармашов С. И. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2014. - 114 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=552325> . - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-9275-1232-4.
3. Ляшков В. И. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ляшков В. И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 328 с.: 60x90 1/16 (Переплёт). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=496993> . - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-905554-85-8.
4. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=468690> . - ISBN 978-5-98704-497-1. - Загл. с экрана.
5. Кудинов А. А. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебное пособие / Кудинов А. А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 375 с.: 60x88 1/16. - (Обложка). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=463148> . - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-16-009965-1.

в) Методические указания:

1. Определение режима движения жидкости. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов специальностей 250400 и 250800 всех форм обучения. Магнитогорск, изд. МГТУ им. Г.И. Носова, 2014, 6 с.

2. Определение гидравлических сопротивлений в трубопроводах. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов специальностей 250400 и 250800 всех форм обучения. Магнитогорск, изд. МГТУ им. Г.И. Носова, 2013, 7 с.
3. Снятие и построение характеристик центробежного насоса. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов специальностей 250400 и 250800 всех форм обучения. Магнитогорск, изд. МГТУ им. Г.И. Носова, 2013, 11 с.
4. Изучение процесса теплообмена в жидкостном теплообменнике. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов специальностей 240403 и 240404 всех форм обучения. Магнитогорск, изд. МГТУ им. Г.И. Носова, 2012, 16 с.
5. Изучение вязкости жидкостей. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов специальностей 250400 и 250800 всех форм обучения. Магнитогорск, изд. МГТУ им. Г.И. Носова, 2013, 8 с.
6. Изучение процесса осаждения твердых частиц в жидкости. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов специальностей 250400 и 250800 всех форм обучения. Магнитогорск, изд. МГТУ им. Г.И. Носова, 2014, 8 с.
7. Кинетика процесса сушки твердых материалов. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов специальностей 240403 и 240404 всех форм обучения. Магнитогорск, изд. МГТУ им. Г.И. Носова, 2012, 13 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

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

Интернет-ресурсы

- Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp.
- Поисковая система Академия Google (Google Scholar) – URL: <https://scholar.google.ru/>.
- Информационная система – Единое окно доступа к информационным системам – URL: <http://window.edu.ru/>.
- Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». – Режим доступа: <https://www1.fips.ru/>

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения практических занятий, занятий семинар-	Доска, учебные столы, стулья

ского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ	Химическая посуда, реактивы, весы лабораторные равноплечие ВЛР-200, Весы электронные лабораторные ВК-300, Низкотемпературная лабораторная электропечь SNOL10/10, магнитные мешалки, эл. плитки.
Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения оборудования Методическая литература для учебных занятий, Химическая посуда/ Инструменты для ремонта и профилактического обслуживания учебного оборудования