



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки
27.03.01 Стандартизация и метрология

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения
Очная

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

Магнитогорск
2018 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

«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 /

Согласовано:

Зав. кафедрой Технологии, сертификации и сервиса автомобилей

 / И.Ю. Мезин /

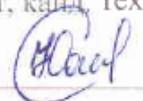
Рабочая программа составлена:

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; начертательная геометрия и инженерная графика; а также следующих дисциплин вариативной части блока 1 образовательной программы: материалы химической отрасли; аналитическая химия; органическая 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 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 технологии испытаний и контроля в химической промышленности; технология химического производства; техническая термодинамика;

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, определять причины существующих недостатков и неисправностей в его работе, принимать меры по их устранению и повышению эффективности их использования

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
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 3 зачетных единицы 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55,9 акад. часов:
 - аудиторная – 54 акад. часа;
 - внеаудиторная – 1,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 52,1 акад. часов; зачет

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	-	2/1	6	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление РГР	Устный опрос, контроль выполнения РГР	ПК-7 – зув ПК-17 – зув
2. Основы теории подобия	5	2	-	2	6	- 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	-	2/1	10	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление РГР	Устный опрос, контроль выполнения РГР	ПК-7 – зув ПК-17 – зув
4. Перемещение и сжатие газов. Компрессоры: основные характеристики, конструкции, принципы работы	5	4	-	2/1	4	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление РГР	Устный опрос, контроль выполнения РГР	ПК-7 – зув ПК-17 – зув
5. Основы теории передачи теплоты. Основные законы различных механизмов передачи теплоты	5	8	-	2/1	6	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление РГР	Устный опрос, контроль выполнения РГР	ПК-7 – зув ПК-17 – 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				
6. Теплообменники: процессы, расчет	5	2	-	2/1	10	- 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	6	- 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	-	2	4,1	- самостоятельное изучение учебной литературы; - оформление РГР	Устный опрос, контроль выполнения РГР	ПК-7 – зув ПК-17 – зув
Итого за семестр	5	36	-	18/8	52,1		Зачет	
Итого по дисциплине	5	36	-	18/8	52,1		Зачет	

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).

- Практические занятия – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами.

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) – 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.

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

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. 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.

3. 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.

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 зачета:</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>	<i>Примерные темы практических занятий:</i> 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.
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>	<i>Примерные задания для РГР по гидравлическому и тепловому расчету оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки:</i> 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 темпе-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ратура водяного пара $t_{1к} = 160 \text{ }^{\circ}\text{C}$; начальная температура смеси $t_{2н} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$; конечная температура смеси $t_{2к} = 61 \text{ }^{\circ}\text{C}$; давление водяного пара $P_{вп} = 480000 \text{ Па}$; геометрическая высота подъема $h_{геом} = 21 \text{ м}$.</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 $G = 23300 \text{ кг/ч}$; начальная температура водяного пара $t_{1н} = 160 \text{ }^{\circ}\text{C}$; конечная температура водяного пара $t_{1к} = 160 \text{ }^{\circ}\text{C}$; начальная температура смеси $t_{2н} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$; конечная температура смеси $t_{2к} = 61 \text{ }^{\circ}\text{C}$; давление водяного пара $P_{вп} = 480000 \text{ Па}$; геометрическая высота подъема $h_{геом} = 20 \text{ м}$.</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 $G = 23300 \text{ кг/ч}$; начальная температура водяного пара $t_{1н} = 160 \text{ }^{\circ}\text{C}$; конечная температура водяного пара $t_{1к} = 160 \text{ }^{\circ}\text{C}$; начальная температура смеси $t_{2н} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$; конечная температура смеси $t_{2к} = 61 \text{ }^{\circ}\text{C}$; давление водяного пара $P_{вп} = 480000 \text{ Па}$; геометрическая высота подъема $h_{геом} = 21 \text{ м}$.</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 зачета:</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.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		8. Перегонка и ректификация двухкомпонентных смесей. Схемы перегонных установок. Конструкции колонн.
Уметь	<i>определять показатели работы и технические данные процессов и аппаратов химической технологии, обобщать и рассчитывать их с использованием современных технических средств</i>	<p>Примерные задания для практических занятий:</p> <p>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.</p> <p>2. 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.</p> <p>3. 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.</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</i>	<p>Примерные темы практических занятий:</p> <p>1. Применение основных уравнений гидродинамики для расчета оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки.</p> <p>2. Изучение схемы ректификационной установки с участком подогрева исходной смеси и определение ее физико-химических характеристик.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<i>информации</i>	3. Определение параметров трубопровода и оборудования участка подогрева исходной смеси ректификационной установки. 4. Расчет стандартного кожухотрубного теплообменника для процесса нагрева исходной смеси ректификационной установки.

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 зачета и в форме выполнения и защиты РГР.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по зачетным вопросам, результатам сдачи и защиты РГР.

Показатели и критерии оценивания зачета:

- для получения *зачета* по дисциплине обучающийся должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 1 : Книга 1 — 2019. — 916 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111193> (дата обращения: 18.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. 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> (дата обращения: 18.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. 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.
4. 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. Лукманова, А. Л. Процессы и аппараты химической технологии. Примеры и задачи : учебное пособие / А. Л. Лукманова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 64 с. — ISBN 978-5-8114-4272-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133888> (дата обращения: 18.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Архипов В. А. Физико-химические основы процессов теплообмена [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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.

6. 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.

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:

1. [Электронная Интернет библиотека IQlib.ru – электронные учебники и учебные пособия](http://www.iqlib.ru/) URL: <http://www.iqlib.ru/>
2. [Российская Государственная библиотека](http://www.rsl.ru/) URL: <http://www.rsl.ru/>
3. [Российская национальная библиотека](http://www.nlr.ru/) URL: <http://www.nlr.ru/>
4. [Государственная публичная научно-техническая библиотека России](http://www.gpntb.ru/) URL: <http://www.gpntb.ru/>
5. [Public.Ru - публичная интернет-библиотека](http://www.public.ru/) URL: <http://www.public.ru/>
6. [Vbooks.ru - библиотека онлайн vbooks.ru](http://www.vbooks.ru/) URL: <http://www.vbooks.ru/>

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука»	URL: http://education.polpred.com/
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 ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- Стандартный	Д-300-18 от 21.03.2018 Д-1347-17 от 20.12.2017 Д-1481-16 от 25.11.2016	28.01.2020 21.03.2018 25.12.2017
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, учебные столы, стулья
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