

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.01**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

Форма обучения: заочная

Год набора: 2019

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	4	Итого
Форма контроля	КР, Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные	6	6
Практические	4	4
Руководство: курсовые работы	1	1
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	26,85	26,85
Самостоятельная работа	144,5	144,5
Контроль	8,65	8,65
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>360</b>

Рабочую программу составил(и):

Доцент, доцент, к.х.н. Орлов Ю.Н.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» декабря 2024 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Химическая технология и ресурсосбережения»

---

(протокол заседания № 2 от «27» сентября 2018 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов системного представления о процессах химической технологии, протекающих в аппаратах для их осуществления.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: высшая математика; физика; общая и неорганическая химия; органическая химия; общая химическая технология; физическая химия.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: технология переработки и утилизации отходов; моделирование и оптимизация энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; процессы и аппараты защиты окружающей среды; энергоресурсосберегающие технологии; технологии очистки сточных вод; технологии переработки полимеров.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	ПК-1.1. Разрабатывает и реализует мероприятия по реконструкции и модернизации производственных мощностей с позиций энерго- и ресурсосбережения и минимизации воздействия на окружающую среду	Знать: условия проведения процессов химической технологии и биотехнологии с целью энерго- и ресурсосбережения и минимизации воздействия на окружающую среду
		Уметь: определять пути повышения эффективности процессов химической технологии и биотехнологии с целью энерго- и ресурсосбережения и минимизации воздействия на окружающую среду
		Владеть: методами оптимизации проведения отдельных стадий процессов химической технологии и биотехнологии с целью энерго- и ресурсосбережения и минимизации воздействия на окружающую среду
	ПК-1.2. Использует в профессиональной деятельности методы управления технологическими процессами органического синтеза и способы рекуперации и утилизации отходов производств	Знать: способы рекуперации и утилизации отходов при проведении процессов химической технологии и биотехнологии Уметь: использовать в профессиональной деятельности знания в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	органического синтеза	Владеть: методами управления процессами химической технологии и биотехнологии
ПК-2. Способен использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	ПК-2.1. Использует современные ИТ-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации о химико-технологическом процессе и анализе состояния природных сред	Знать: возможности применения прикладных программ и баз данных для проведения расчётов в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии
		Уметь: использовать современные ИТ-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии
	ПК-2.2. Имеет практический опыт применения прикладных программ для расчета технических параметров энерго- и ресурсосберегающих процессов и проведения мониторинга природных сред	Владеть: опытом использования прикладных программ и баз данных для расчёта технологических параметров процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии
		Знать: методы расчёта технологических параметров оборудования, материальных и тепловых балансов в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии Уметь: применять программные средства для расчётов и обработки экспериментальных данных в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии Владеть: навыками применения компьютера как средства управления графической и текстовой информацией, базами данных в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии
ПК-3. Способен изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и	ПК-3.1. Проводит поиск и анализ научно-технической информации в области использования ресурсосберегающих	Знать: основные направления поиска и анализа научно-технической информации в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
зарубежный опыт по тематике исследований	технологий в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Уметь: проводить обработку информации и отбирать необходимые и достаточные исходные данные для последующего расчёта технологических параметров в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии
		Владеть: навыками работы с информационными и сетевыми технологиями в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии
	ПК-3.2. Критически анализирует информацию, необходимую для оптимизации проведения энерго- и ресурсосберегающих процессов, с целью повышения эффективности производства	Знать: источники научно-технической информации в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии
		Уметь: использовать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии  Владеть: опытом анализа научно-технической информации в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии»

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Гидромеханические процессы	Лек1	Классификация основных химико-технологических процессов. Общие принципы расчета химических процессов и аппаратов.	4	2		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 1-2
	Пр1	Изучение основных характеристик движения жидкости и газов. Расчёт вентиллятора.	4	1	5	Выполнение практического задания с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 1
	Лек2	Идеальные и реальные жидкости. Гидравлика и гидравлические процессы.	4	2		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 3-4
	Лаб1	Виртуальная лабораторная работа № 1. Гидродинамические режимы течения жидкости	4	2	5	Выполнение лабораторной работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по лабораторной работе № 1
	Лек3	Основы гидрокинетики и гидродинамики. Трубопроводы. Насосы и компрессоры.	4	2		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 4-10

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр2	Практические примеры использования уравнения Бернулли. Расчет насоса.	4	1	5	Выполнение практического задания с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 2
	Лек4	Гидромеханические процессы разделения неоднородных систем. Материальный баланс процесса	4	2		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 11-12
	Лаб2	Виртуальная лабораторная работа № 2. Скорость гравитационного осаждения частиц	4	2	5	Выполнение лабораторной работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по лабораторной работе № 2
	Лек5	Осаждение под действием центробежных сил, электрического поля.	4	2		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 13-14

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Гидромеханические процессы	Пр3	Гидромеханические процессы. Расчёт отстойника	4	1	5	Выполнение практического задания с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 3
	Лек6	Фильтрация. Мокрая очистка газов.	4	2		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 15-18
	Лаб3	Защита лабораторных работ «Гидродинамические режимы течения жидкости» и «Скорость гравитационного осаждения частиц»	4	2	12	Защита лабораторных работ через комментарии в заданиях	Отчеты по лабораторным работам № 1 и 2
	Лек7	Перемешивание в жидкой среде. Псевдооживление твердого зернистого материала.	4	2		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 19-21
	Пр4	Расчёт барабанного вакуум-фильтра	4	1	5	Выполнение практического задания с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 4



Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2. Тепловые процессы	Лек8	Основы теории тепловых процессов. Способы передачи тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.	4	2		посредством «онлайн- консультации»	<i>Вопросы к экзамену № 22-23</i>
	СР	Виртуальная лабораторная работа № 3 «Определение коэффициента теплоотдачи от поверхности к псевдоожиженному слою»	4	4	5	Выполнение лабораторной работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по лабораторной работе № 3
	СР	Конвективный теплообмен. Коэффициент теплоотдачи. Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Тепловое излучение. Коэффициент теплопередачи. Движущая сила	4	6		посредством «онлайн- консультации»	<i>Вопросы к экзамену № 24-29</i>
	СР	Расчёт пенного аппарата	4	20	5	Выполнение практического задания с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 5
Модуль 2. Тепловые	СР	Процессы нагревания, охлаждения, конденсации и испарения.	4	2		посредством «онлайн- консультации»	<i>Вопросы к экзамену № 30-37</i>

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3. Массо- обменные процессы	СР	Виртуальная лабораторная работа № 3 «Определение коэффициента теплоотдачи от поверхности к псевдооживленному слою»	4	2	6	Защита лабораторной работы через комментарии в заданиях	Отчет по лабораторной работе № 3
	СР	Классификация и конструкции теплообменных аппаратов. Основные методы расчета теплообменных	4	18		посредством «онлайн- консультации»	<i>Вопросы к экзамену № 38-41</i>
	СР	Расчёт пластинчатого теплообменника	4	18	5	Выполнение практического задания с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 6
	СР	Основы теории массообменных процессов, массопередача. Способы выражения составов фаз. Материальный баланс массообменных процессов.	4	2		посредством «онлайн- консультации»	<i>Вопросы к экзамену № 42-44</i>
	СР	Виртуальная лабораторная работа № 4 «Исследование гидродинамики насадочных аппаратов (скруббер)»	4	18	5	Выполнение лабораторной работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по лабораторной работе № 4

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3. Массо- обменные процессы	СР	Основное уравнение массопередачи. Средняя движущая сил массообменных процессов. Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи.	4	10		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 45-46
	СР	Расчёт кожухотрубчатого теплообменника	4	10	5	Выполнение практического задания с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 7
	СР	Абсорбция. Материальный и тепловой балансы процесса абсорбции. Принципиальные схемы абсорбционных процессов.	4	2		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 47-49
	СР	Виртуальная лабораторная работа № 4 «Исследование гидродинамики насадочных аппаратов (скруббер)»	4	10	6	Защита лабораторной работы через комментарии в заданиях	Отчет по лабораторной работе № 4
	СР	Разделение жидких смесей перегонкой. Ректификация. Принципиальные схемы процессов ректификации.	4	10		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 50-53

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	СР	Абсорбция. Расчёт насадочного абсорбера	4	2	5	Выполнение практического задания с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 8
	СР	Материальный и тепловой балансы процесса ректификации. Установки для ректификации многокомпонентных смесей, экстрактивной и азеотропной ректификации.	4	2		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 54-57
	СР	Виртуальная лабораторная работа № 5 «Изучение процесса конвективной сушки»	4	2	5	Выполнение лабораторной работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по лабораторной работе № 5
	СР	Аппаратурное оформление процессов абсорбции и ректификации.	4	2		посредством «онлайн-консультации»	Вопросы к экзамену № 58-59

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	СР	Ректификация. Расчёт тарельчатой ректификационной колонны	4	2	5	Выполнение практического задания с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 9
	СР	Расчёт аппаратов для проведения абсорбции и ректификации.	4	2		посредством «онлайн- консультации»	Вопросы к экзамену № 60
	СР	Виртуальная лабораторная работа № 5 «Изучение процесса конвективной сушки»	4	0,5	6	Защита лабораторной работы через комментарии в заданиях	Отчет по лабораторной работе № 5
	КРП	Отчет о курсовой работе	4	0,5	1	КР	
	Контроль		4	8,65			
	ПА		4	0,35			
	ТИ	Итоговый тест по курсу через ЦТ			40		
Итого:				180	100		

## **5. Образовательные технологии**

При реализации учебного курса дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа. На лекциях в основном используются наглядные и словесные методы обучения, а на практических и лабораторных занятиях – наглядные, словесные и практические методы. Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала дисциплины с использованием лекционного курса, *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

1. Рассмотреть физические, физико-химические, гидромеханические, тепловые основы процессов химической технологии.
2. Сформировать представления об особенностях конструкции химических аппаратов и оборудования.
3. Закрепить умения и навыки расчёта химического оборудования.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Отчёты по практическим занятиям №1-9. Отчёты по лабораторным работам № 1-5. Курсовая работа. Итоговое тестирование. Вопросы к экзамену № 1-60

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

**7.2.1. Банки тестовых заданий** (размещены на Образовательном портале ТГУ или в системе электронного обучения Moodle)

*(наименование оценочного средства)*

#### Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

1. К какой группе процессов химической технологии относится фильтрование жидкостей или газов через пористую перегородку?

- а) гидромеханические процессы
- б) тепловые процессы
- в) массообменные процессы
- г) механические процессы

2. Какой интервал значений критерия Рейнольдса соответствует переходному режиму движения жидкости в прямых трубах с малой шероховатостью стенок?

- а)  $1000 < Re < 2300$
- б)  $1000 < Re < 4900$
- в)  $2300 < Re < 10000$
- г)  $2300 < Re < 4900$

3. Какой интервал значений критерия Рейнольдса соответствует турбулентному режиму осаждения шарообразной частицы в неподвижной неограниченной среде?

- а)  $Re > 0,2$
- б)  $Re < 0,2$
- в)  $0,2 < Re < 500$
- г)  $Re > 500$

4. Что представляет собой коэффициент теплопроводности?

- а) количество тепла, переходящее в единицу времени от теплоносителя к хладагенту через единицу поверхности теплообмена при средней разности температур  $1^{\circ}\text{C}$
- б) количество тепла, переходящее в единицу времени через единицу поверхности при разности температур  $1^{\circ}\text{C}$  на единицу толщины стенки
- в) количество тепла, передаваемое от единицы теплообменной поверхности в окружающую среду (или наоборот) в единицу времени при разности температур теплообменной поверхности и окружающей среды  $1^{\circ}\text{C}$
- г) количество тепла, необходимое для нагрева единицы количества вещества на  $1^{\circ}\text{C}$

5. Чему будет равно гидростатическое давление на глубине 15 м от поверхности воды, если давление на поверхность составляет 1 кгс/см<sup>2</sup>?

- а) 1,15 кгс/см<sup>2</sup>
- б) 2,5 кгс/см<sup>2</sup>
- в) 8,5 кгс/см<sup>2</sup>
- г) 16 кгс/см<sup>2</sup>

6. Какое количество осветлённого продукта может быть получено при разделении 1 т суспензии, если содержание твёрдого вещества в суспензии составляет 10% (масс.), в осадке – 80% (масс.), а его содержанием в осветлённом продукте можно пренебречь?

- а) 900 кг
- б) 875 кг
- в) 850 кг
- г) 800 кг

7. Что характеризует число единиц переноса в массообменных процессах?

- а) Изменение концентрации одной из фаз
- б) Среднюю движущую силу процесса
- в) Поверхность фазового контакта
- г) Изменение рабочей концентрации фазы, приходящееся на единицу движущей силы

8. Какая схема проведения абсорбции используется, если уходящий газ на выходе из аппарата контактирует со свежим абсорбентом?

- а) Прямоточная
- б) Противоточная
- в) Одноступенчатая с рециркуляцией
- г) Многоступенчатая с рециркуляцией

9. Какое соотношение соблюдается между содержаниями легколетучего компонента в исходной смеси ( $x_F$ ), дистилляте ( $x_P$ ) и кубовом остатке ( $x_W$ ) при проведении ректификации?

- а)  $x_F < x_P < x_W$
- б)  $x_P < x_W < x_F$
- в)  $x_W < x_F < x_P$
- г)  $x_P < x_F < x_W$

10. Укажите, какая характеристика соответствует режиму эмульгирования при работе насадочной колонны:

- а) При данном гидродинамическом режиме работы насадочной колонны количество задерживаемой в насадке жидкости практически не зависит от скорости газа
- б) При данном гидродинамическом режиме работы насадочной колонны с возрастанием скорости газа увеличивается смоченная поверхность насадки и, соответственно, интенсивность процесса массопередачи
- в) При данном гидродинамическом режиме работы насадочной колонны достигается максимальная эффективность работы колонны по массообмену, но гидравлическое сопротивление колонны при этом резко возрастает
- г) Данный гидродинамический режим работы насадочной колонны на практике не используется



11. Определить коэффициент массопередачи  $K_y$  в абсорбере, в котором  $\beta_y = 6,1 \cdot 10^{-2}$  кг/(м<sup>2</sup>·с), а  $\beta_x = 1,7 \cdot 10^{-2}$  кг/(м<sup>2</sup>·с). Уравнение линии равновесия в относительных массовых долях:  $\bar{Y}^* = 0,61\bar{X}$ .

- а)  $1,5 \cdot 10^{-2}$  кг/(м<sup>2</sup>·с)
- б)  $1,2 \cdot 10^{-2}$  кг/(м<sup>2</sup>·с)
- в)  $1,9 \cdot 10^{-2}$  кг/(м<sup>2</sup>·с)
- г)  $1,3 \cdot 10^{-2}$  кг/(м<sup>2</sup>·с)

12. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части ректификационной колонны:  $y = 0,6x + 0,39$ . Определить флегмовое число.

- а) 1,54
- б) 1,50
- в) 1,46
- г) 1,58

### Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1	Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
2	Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси $\text{CuSO}_4$
3	Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси $\text{KCl}$
4	Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси $\text{MgCl}_2$
5	Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси $\text{MgSO}_4$
6	Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси $\text{NH}_4\text{Cl}$
7	Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси $\text{NaNO}_3$
8	Расчет установки концентрирования сточных вод, содержащих примеси $\text{Na}_2\text{SO}_4$
9	Расчет абсорбционной установки для поглощения водой аммиака из воздушно-аммиачной смеси
10	Расчет абсорбционной установки для поглощения водой диоксида серы из инертного газа (азота)
11	Расчет абсорбционной установки для поглощения водой пара метилового спирта из инертного газа
12	Расчет абсорбционной установки для поглощения паров бензола из парогазовой смеси поглотительным маслом
13	Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси ацетон - бензол
14	Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси ацетон - вода
15	Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси ацетон – этанол
16	Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси бензол – уксусная кислота
17	Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси вода – уксусная кислота
18	Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси метанол - вода
19	Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси метанол - этанол
20	Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси хлороформ - бензол
21	Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси этанол - вода
22	Расчет ректификационной установки разделения бинарной смеси этилацетат – уксусная кислота

### Краткое описание и регламент выполнения

Курсовая работа включает расчёт типовой установки (выпарной, абсорбционной, ректификационной). При выполнении работы студент изучает действующие стандарты, справочную литературу, приобретает навыки выбора аппаратуры, оформления технической документации.

### Критерии оценки:

Оценки	Критерии и нормы оценки
«отлично»	<b>Выставляется студенту, если студент набрал 85-100 баллов.</b> Уровень оригинальности работы, проверенной в системе «Антиплагиат» составляет минимум 50%. Теоретическая часть курсовой работы содержит необходимый и достаточный объем материалов в соответствии с заданием. Расчетная часть сделана правильно. Пояснительная записка выполнена в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Графическая часть выполнена аккуратно, и отвечает всем требованиям ГОСТ и ЕСКД.
«хорошо»	<b>Выставляется студенту, если студент набрал 70-84 баллов.</b> Уровень оригинальности работы, проверенной в системе «Антиплагиат» составляет минимум 50%. Теоретическая часть курсовой работы содержит необходимый и достаточный объем материалов в соответствии с заданием. Расчетная часть сделана правильно. Пояснительная записка выполнена в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Графическая часть выполнена аккуратно, и отвечает всем требованиям ГОСТ и ЕСКД, но допускаются неточности в правильности постановки размеров (избыточность размеров, отсутствие оптимальной компоновки).
«удовлетворительно»	<b>Выставляется студенту, если студент набрал 55-69 баллов.</b> Уровень оригинальности работы, проверенной в системе «Антиплагиат» составляет минимум 50%. Теоретическая часть курсовой работы содержит достаточный объем материалов в соответствии с заданием. Расчетная часть сделана правильно. Пояснительная записка выполнена в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Графическая часть выполнена аккуратно, и отвечает всем требованиям ГОСТ и ЕСКД, но допускаются неточности в правильности постановки размеров (избыточность размеров, отсутствие оптимальной компоновки).
«неудовлетворительно»	<b>Выставляется студенту, если студент набрал 0-54 баллов.</b> Алгоритмы расчетов не освоены, много замечаний по оформлению пояснительной записки. Уровень оригинальности работы, проверенной в системе «Антиплагиат» составляет менее 50%. Теоретический материал содержит недостаточный объем материалов в соответствии с заданием.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр \_\_\_\_\_4\_\_\_\_\_

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Классификация химико-технологических процессов и аппаратов.
2	Общие принципы расчета химических процессов и аппаратов.
3	Понятие жидкости в гидромеханике. Гидростатика и гидродинамика. Закон Паскаля.
4	Уравнение неразрывности (сплошности) потока для неустановившегося и установившегося течения.
5	Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Уравнение Бернулли.
6	Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса.
7	Дифференциальное уравнение Навье-Стокса. Теория подобия.
8	Трубопроводы и трубопроводная арматура. Расчёт трубопровода.
9	Насосы: принцип действия и классификация.
10	Компрессоры: принцип действия и классификация.
11	Разделение неоднородных систем: классификация неоднородных систем, основные методы их разделения. Материальный баланс процесса разделения.
12	Отстаивание: сущность процесса, определение производительности отстойника и скорости осаждения.
13	Центрифугирование: сущность процесса, определение производительности аппарата, скорости и продолжительности осаждения.
14	Осаждение под действием электрического поля: сущность процесса, определение скорости и времени осаждения.
15	Фильтрация: сущность процесса и его применение. Движущая сила, сопротивление и скорость процесса.
16	Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости при фильтрации. Основное уравнение фильтрации. Определение поверхности фильтра.
17	Скорость и кинетическое уравнение фильтрации под действием центробежной силы. Определение фильтрующей поверхности центрифуг.
18	Мокрая очистка газов: сущность процесса, аппаратное оформление.
19	Основные способы и характеристика процесса перемешивания в жидкой среде. Типы мешалок.
20	Определение расхода энергии на перемешивание. Подбор мешалок методом последовательных приближений.
21	Сущность процесса псевдоожижения твердого зернистого материала. График изменения перепада давления в зернистом слое.
22	Общая характеристика тепловых процессов. Основное уравнение теплопередачи. Виды передачи тепла.
23	Передача тепла теплопроводностью.
24	Конвективный теплообмен.
25	Тепловое излучение.
26	Лучистый теплообмен между двумя плоскими параллельно расположенными телами.
27	Совместная передача тепла конвекцией и тепловым излучением.
28	Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей. Зависимость между

№ п/п	Вопросы к экзамену
	коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи.
29	Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Средняя движущая сила тепловых процессов.
30	Нагревание водяным паром. Тепловой баланс процесса, определение расхода пара.
31	Нагревание водяным паром. Тепловой баланс процесса, определение расхода пара.
32	Нагревание топочными газами. Тепловой баланс процесса, определение расхода топлива.
33	Нагревание промежуточными теплоносителями. Определение тепловой производительности установки и расхода промежуточного теплоносителя.
34	Нагревание электрическим током. Тепловой баланс процесса.
35	Охлаждение.
36	Поверхностная конденсация.
37	Конденсация смешением.
38	Конструкции трубчатых теплообменных аппаратов.
39	Конструкции теплообменных аппаратов с плоской поверхностью теплопередачи.
40	Конструкции смесительных и регенеративных теплообменников.
41	Схема расчёта теплообменных аппаратов.
42	Массообменные процессы, их виды и характеристика. Способы выражения составов фаз.
43	Материальный баланс массообменных процессов. Основное уравнение массопередачи.
44	Средняя движущая сила массообменных процессов.
45	Основные законы массопередачи.
46	Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи.
47	Сущность процесса абсорбции. Законы Генри, Дальтона.
48	Материальный баланс процесса абсорбции. Минимальный расход поглотителя.
49	Принципиальные схемы процессов абсорбции.
50	Разделение жидких смесей перегонкой. Способы проведения данного процесса.
51	Сущность процесса ректификации. Изображение процесса на t-x-y диаграмме.
52	Принципиальные схемы периодически действующих ректификационных установок.
53	Принципиальные схемы непрерывно действующих ректификационных установок.
54	Материальный баланс процесса ректификации.
55	Положение линий рабочих концентраций на y-x диаграмме. Нахождение оптимального флегмового числа.
56	Тепловой баланс процесса ректификации.
57	Ректификация многокомпонентных смесей, экстрактивная и азеотропная ректификация.
58	Аппаратурное оформление процессов абсорбции и ректификации. Плёночные и насадочные аппараты.
59	Аппаратурное оформление процессов абсорбции и ректификации. Тарельчатые, роторные аппараты и распыливающие абсорберы.
60	Схема расчёта аппаратов для проведения абсорбции и ректификации.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	Текущий рейтинг составляет 85-100 баллов
		«хорошо»	Текущий рейтинг составляет 70-84 баллов
		«удовлетворительно»	Текущий рейтинг составляет 55-69 баллов
		«неудовлетворительно»	Текущий рейтинг составляет менее 54 баллов

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Таранцева К. Р., Таранцев К.В.	Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды	Учебное пособие	2019	ЭБС «Znanium.com»
2	Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.; под ред. В.Ф. Фролова.	Массообменные процессы химической технологии	Учебное пособие	2019	ЭБС «IPRbooks»
3	Потехин В. М.	Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
4	Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.	Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи)	Учебное пособие	2019	ЭБС «IPRbooks»
5	Поникаров, И. И.	Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки	учебник	2020	ЭБС «Лань»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Потехин В.М., Потехин В.В.	Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRbooks»
2	Поникаров И.И.,	Расчеты машин и аппаратов химических	Учебное	2017	ЭБС «Лань»

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
	Поникаров С.И., Рачковский С. В..	производств и нефтегазопереработки	пособие		
3	Макаренков Д.А., Назаров В.И., Баринский Е.А.	Процессы и аппараты химических технологий	Учебное пособие	2016	ЭБС «Znanium.com»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

—  
—  
—

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-314)	Переносной проектор, экран, столы ученические, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет
3	Аудитория веб-конференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-810)	Экран телевизионный, ширма, прожектор на штативе, стол преподавательский, стул преподавательский, транспарант-перетяжка, системный блок