

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Директор ИнБиоХим
Лазуткина

Ю.С.

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.24 «Процессы и аппараты химической технологии»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **18.03.01
Химическая технология**

Направленность (профиль, специализация): **Технология химических производств**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	О.Ю. Сартакова
Согласовал	Зав. кафедрой «ХТиИЭ»	В.А. Сомин
	руководитель направленности (профиля) программы	А.М. Маноха

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.2	Анализирует и использует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах
ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.2	Использует физические методы для решения задач профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Математика, Ознакомительная практика, Физическая химия, Химия окружающей среды
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Проектирование предприятий изготовления полимерных композитов, Проектирование предприятий производства неорганических веществ

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 12 / 432

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	64	64	64	240	217

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 5

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 6 / 216

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
32	32	32	120	109

Лекционные занятия (32ч.)

1. Введение. Классификация ХТП.(2ч.)[13,14,16,18] Классификация ХТП, Общие принципы анализа и расчёта ХТП. Теоретические основы процессов химической технологии (закон сохранения и переноса массы, энергии, закон термодинамического равновесия). Кинетические закономерности основных процессов химической технологии.

2. Основы гидравлики.(2ч.)[13,16] Капельно-жидкое и парофазное состояние вещества. Гидростатика. Гидростатическое равновесие. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Давление жидкости на дно и стенки сосуда.

3. Гидродинамика.(2ч.)[14,16] Скорость протекания и расход жидкости. Вязкость, сила внутреннего трения, закон внутреннего трения Ньютона. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Гидравлический радиус и эквивалентный диаметр. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения Эйлера.

4. Прикладная гидравлика {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[13,16] Уравнение Бернулли для реальной и идеальной жидкости. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости Навье-Стокса. Оператор Лапласа.

5. Моделирование ХТП. {беседа} (2ч.)[13,14,16] Физическое и математическое моделирование. Условия однозначности. Виды подобия: геометрическое, временное, физическое, начальных и граничных условий. Инварианты, симплексы, константы, критерии подобия.

6. Преобразование дифференциальных уравнений методами теории подобия.(2ч.)[16] Критерий Ньютона. Основные модифицированные и сложные критерии гидродинамического подобия

7. Гидравлическое сопротивление трубопроводов.(2ч.)[14,16] Потери напора на трение и местные сопротивления. Общее уравнение сопротивления. Коэффициенты сопротивления. Коэффициенты сопротивления трения и местных сопротивлений.

8. Гидродинамика зернистых материалов.(2ч.)[13,14] Движение потока через неподвижные зернистый слой. Характеристика зернистого материала. Псевдооживление твёрдого зернистого материала. Гидродинамическая сущность процесса псевдооживления. Высота псевдооживленного слоя. Скорости начала псевдооживления, уноса, фактор формы.

9. Перемешивание в жидкой среде. {беседа} (2ч.)[16] Интенсивность и эффективность перемешивания. Модифицированные критерии. критерий мощности. Способы перемешивания. Виды и сравнительная характеристика перемешивающих устройств

10. Тепловые процессы.(2ч.)[13,16] Способы передачи тепла . Теплопередача. Тепловые балансы. Теплопроводность. Температурное поле, температурный градиент. 3-н Фурье. Коэффициент теплопроводности

11. Теплопроводность, тепловое излучение(2ч.)[14,16] Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки. Тепловое излучение. Законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Взаимное излучение двух твёрдых тел.

12. Передача тепла конвекцией.(2ч.)[13,18] Закон теплоотдачи. Диф. уравнение конвективного переноса тепла (уравнение Фурье-Кирхгофа). Подобие процессов теплоотдачи.

13. Уравнение теплопередачи при постоянных температурах для плоской и цилиндрической стенок. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[16,17] Уравнение теплопередачи при постоянных температурах для плоской и цилиндрической стенок. Коэффициент теплопередачи. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Направления тока теплоносителей. Уравнение теплопередачи при прямотоке теплоносителей. Выбор взаимного направления движения теплоносителей.

14. Выпаривание однократное и многократное {беседа} (2ч.)[13,16] Сущность однократного и многократного выпаривания. Материальный и тепловой балансы однократного и многократного выпаривания.

15. Многократное выпаривание.(2ч.)[13,16] Схемы прямоточные, противоточные и с параллельным питанием. Общая полезная разность температур в многокорпусной выпарной установке и её распределение по корпусам. Предельное и оптимальное число корпусов в многокорпусной выпарной установке

16. Выпаривание с тепловым насосом. Производительность и интенсивность работы выпарной установки.(2ч.)[13,16] Выпаривание с тепловым насосом. Коэффициент инжекции, материальный баланс. Выпарная установка с инжектором.. Факторы влияющие на производительность и интенсивность работы выпарной установки.

Практические занятия (32ч.)

1. Основы прикладной гидравлики(4ч.)[15,17] решение задач

2. Насосы. Вентиляторы. Компрессоры(4ч.)[15,17] решение задач

3. **Гидромеханические методы разделения(6ч.)**[15,17,18] решение задач
4. **Гидродинамика взвешенного слоя, перемешивание в жидкой среде(2ч.)**[15,17] решение задач
5. **Теплопередача в химической аппаратуре(6ч.)**[15,17,18] решение задач
6. **Выпаривание(6ч.)**[15,17,18] решение задач
7. **Расчетное задание (альбом с конструкциями основных аппаратов и машин)(4ч.)**[16,19] Изучение устройства и принципа работы основных аппаратов и машин : насосов, вентиляторов, компрессоров, газодувок а так же аппаратов для разделения неоднородных систем (пылесадительных камер,отстойников, циклонов, центрифуг, фильтров, скруберов, электрофильтров и.т.д.)

Набор рисунков для альбома, а также литература согласовывается с преподавателем.

Лабораторные работы (32ч.)

1. **Исследование поля скоростей в трубопроводе(4ч.)**[1,3,16] инструктаж
получение допуска,
выполнение,
обсуждение результатов
2. **Определение режима течения потока.**
Тест 1(4ч.)[1,5] защита предыдущей работы,
получение допуска,
выполнение,
обсуждение результатов
тестирование
3. **Исследование гидродинамики тарельчатой колонны(4ч.)**[1,4] защита
предыдущей работы,
получение допуска,
выполнение,
обсуждение результатов
4. **Тест 2(4ч.)**[13,16] выполнение,
обсуждение результатов
5. **Исследование гидродинамики насадочной колонны(4ч.)**[1,4] защита
предыдущей работы,
получение допуска,
выполнение,
обсуждение результатов
6. **Тест 3(4ч.)**[13,16] выполнение,
обсуждение результатов
7. **Определение гидравлических сопротивлений трубопроводов(4ч.)**[1,5]
защита предыдущей работы,
получение допуска,
выполнение,

обсуждение результатов

8. Тест 4,

расчетное задание(4ч.)[16,17] выполнение, обсуждение результатов.

□Защита Альбомов с конструкциями

Самостоятельная работа (120ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям(18ч.)[13,18]
2. Подготовка к тестам(15ч.)[16,19]
3. Проработка конспекта лекций(8ч.)[16,22]
4. Подготовка к лабораторным работам(28ч.)[1,2,3,4,5,6]
5. Выполнение расчетного задания(15ч.)[16,18]
6. Подготовка к экзамену(36ч.)[13,14,16]

Семестр: 6

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 6 / 216

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
32	32	32	120	109

Лекционные занятия (32ч.)

1. **Основы массопередачи.(2ч.)[16,19]** Классификация процессов массопередачи. Равновесие между фазами. Материальный баланс процессов массопередачи. Уравнение рабочей линии. Движущая сила массопередачи.
2. **Периодическая ректификация, спецметоды(2ч.)[14,19]** ТРектификация многокомпонентных смесей. Азеотропная и экстрактивная ректификация.
3. **Массоотдача и массопередача.(2ч.)[14,19]** Диффузионные критерии подобия. Скорость массопередачи. Уравнение массопередачи. Связь коэффициентов массопередачи и массоотдачи.
4. **Основы расчёта массообменных аппаратов(2ч.)[4,13,19]** Расчёт диаметра аппарата. Расчёт высоты аппарата. Число единиц переноса. Высота единицы переноса. Степень изменения концентрации, её определение графическим методом
5. **Абсорбция.(2ч.)[19]** Равновесие в системах жидкость-газ. Закон Генри. Расход абсорбента. Материальный и тепловой балансы. Принципиальные схемы абсорбции: прямоточная, противоточная, с рекуперацией жидкости и газа.
6. **Перегонка жидкостей(2ч.)[19]** простая перегонка (дистилляция) и ректификация. Физическая сущность процесса. Равновесие в ситемах жидкость-пар. Закон Рауля. Диаграммы x-y, t-x,y.
7. **Непрерывная ректификация.(2ч.)[16]** Схема процесса. Материальный и тепловой баланс. Уравнения линий рабочих концентраций укрепляющей и

исчерпывающей частей колонны. Построение на диаграмме х-у рабочих линий процесса. Минимальное и рабочее флегмовое число.

8. Экстракция.(2ч.)[16] Физическая сущность. Равновесие в системах жидкость-жидкость. Изображение процессов смешения на треугольной диаграмме. Правило рычага. Кривая равновесия на треугольной диаграмме Выбор экстрагента. Материальный баланс экстракции.

9. многоступенчатая экстракция(2ч.)[13,14,19] ВПринципиальные схемы экстракции. Их изображение на треугольной диаграмме.

10. Молекулярная и турбулентная диффузия(2ч.)[16] Закон Фика. Диф. уравнение конвективного переноса массы. Второй закон Фика.

11. Сушка.(2ч.)[16,17] Сущность процесса. Виды сушки. Основные параметры влажного газа. Материальный и тепловой балансы сушки.

12. Теоретическая и действительная сушка(2ч.)[16,19] . Диаграмма J-х состояния влажного воздуха. Определение удельного расхода воздуха и тепла в теоретической сушилке на J-х диаграмме. Изображение на J-х диаграмме процесса в действительной сушилке.

13. Кинетика сушки(2ч.)[13,19] Скорость сушки. Изменение температуры материала в процессе сушки. Схемы сушильных процессов.

14. Кристаллизация.(2ч.)[13,16,20] Основные понятия, движущая сила процесса. Физические основы процесса. Способы кристаллизации. Материальный и тепловой балансы кристаллизации.

15. Адсорбция.(2ч.)[16] Основные понятия, виды адсорбентов. Статическая и динамическая активность. Материальный баланс Равновесие при адсорбции. Изотерма адсорбции. Десорбция. Принципиальные схемы адсорбционных процессов.

16. Мембранные процессы разделения(2ч.)[13,16] Физическая сущность процессов. Основные характеристики методов. Обратный осмос. Ультрафильтрация, испарение через мембрану, диализ, электродиализ, диффузионное разделение газов. Основные понятия. Мембраны.

Практические занятия (32ч.)

1. Основы массопередачи(6ч.)[17] решение задач

2. Абсорбция(6ч.)[17] решение задач

3. Перегонка и ректификация(6ч.)[17] решение задач

4. Сушка(6ч.)[18] решение задач

5. Кристаллизация(2ч.)[18,19] решение задач

6. Адсорбция {метод кейсов} (4ч.)[15,17,18] решение задач

7. Защита курсового проекта(2ч.)[11,16,18,19] Информация о процедуре защиты курсового проекта, требования к докладу, ответам на вопросы, процедура оценивания

Лабораторные работы (32ч.)

- 1. Определение коэффициента массоотдачи в процессе абсорбции(4ч.)[14,15,16]** инструктаж, допуск, выполнение работы, обсуждение результатов.
- 2. Изучение процесса теплоотдачи в кожухотрубном теплообменнике(4ч.)[6]** защита предыдущей работы, допуск, выполнение работы, обсуждение результатов.
- 3. электронный тест(4ч.)[14,15,16]** компьютерное тестирование защита предыдущей работы, допуск, выполнение работы, обсуждение результатов.
- 4. Изучение процесса сушки в циркуляционной сушилке(4ч.)[6]** защита предыдущей работы, допуск, выполнение работы, обсуждение результатов.
- 5. Электронный тест(4ч.)[13,16,17]** компьютерное тестирование защита предыдущей работы, допуск, выполнение работы, обсуждение результатов.
- 6. Изучение процесса теплопередача в теплообменном аппарате(4ч.)[14]** защита предыдущей работы, допуск, выполнение работы, обсуждение результатов.
- 7. Определение КПД тарелки при проведении процесса десорбции(4ч.)[1,10]** защита предыдущей работы, допуск, выполнение работы, обсуждение результатов.
- 8. Электронный тест(4ч.)[14,16,19]** компьютерное тестирование защита предыдущей работы,

Курсовые работы (40ч.)

- 1. Трёх-корпусная вакуум-выпарная установка;**
- 2. Ректификационная установка непрерывного действия;**
- 3. Абсорбционная установка непрерывного действия;**
- 4. Сушильная установка непрерывного действия;**
- 5. Адсорбционная установка непрерывного действия;**
- 6. Экстракционная установка непрерывного действия;**
- 7. Кристаллизационная установка.(40ч.)[11,13,15,16,17,18,19,20]** Курсовой проект состоит из 2-х частей: пояснительной записки и графической части
Объём графической части – два листа формата А1, пояснительной записки – 20-40 страниц машинописного текста.

Самостоятельная работа (120ч.)

- 1. Подготовка к тестированию(10ч.)[13,14,15,16]**
- 2. Подготовка к лабораторным работам(19ч.)[6,17,19]**
- 3. Выполнение курсового проекта(40ч.)[13,18]** Расчетная часть (пояснительная записка); Графическая часть (технологическая схема, сборочный чертеж аппарата); защита
- 4. подготовка к практическим занятиям(15ч.)[14,15,16,17,19,20]**
- 5. Подготовка к экзамену(36ч.)[14,16,18,19,20]**

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Полетаева М.А., Сартакова О.Ю. Рабочая тетрадь по дисциплине "Основы процессов и аппаратов химической технологии" [Электронный ресурс]: Методические указания.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2015.— Режим доступа: http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Sartakova_rt_opaxt.pdf

2. Шашков, Ю. И. Методические указания к лабораторной работе "Исследование гидродинамики тарельчатых колонн" по курсам "Процессы и аппараты химической технологии" и "Гидравлика и теплотехника" / Ю. И. Шашков, М. А. Полетаева. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004. - 16 с. - Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/issl-gd-tarel.pdf>

3. Кормина Л.А.Лазуткина Ю.С., Сартакова О.Ю., Шашков Ю.И. Методические указания к лабораторной работе. «Изучение гидродинамических процессов». " по курсам «Основы процессов и аппаратов химической технологии» и «Гидравлика и теплотехника», для студентов специальностей 280201, 240301, 240502, 240801 дневной и заочной форм обучения /АлтГос.Техн Ун-т им. И.И.Позунова.-Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010.-16с. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/kormina-gidr.pdf>

4. Шашков Ю.И., Полетаева М.А. Исследование гидродинамики насадочных колонн: Методические указания к лабораторной работе по курсам «Основы процессов и аппаратов химической технологии» и «Гидравлика и теплотехника» для студентов специальностей 170500, 250200, 250600, 320700 всех форм обучения /АлтГос.Техн Ун-т им. И.И.Позунова.-Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003.-11с. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/issl-gd-nasad.pdf>

5. Сартакова, О. Ю. Гидравлическое сопротивление трубопровода : методические указания к лабораторной работе по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" для студентов специальности 280201, 240301, 240502,

240801 дневной и заочной форм обучения / О. Ю. Сартакова, Л. А. Кормина, Ю. С. Лазуткина. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2009. - 16 с. - Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Sart-soprtr.pdf>.

6. Шашков Ю.И., Полетаева М.А. Методические указания к лабораторной работе «Разделение неоднородных систем. Исследование процесса фильтрации» по курсам «Основы процессов и аппаратов химической технологии» для студентов специальностей 240801, 240301, 240502 и по курсу «Гидравлика и теплотехника» для специальности 280204/Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010.- 16 с. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/shashkov-razd.pdf>

7. Кормина Л.А., Лазуткина Ю.С., Сартакова О.Ю. Методические указания к лабораторной работе "Исследование поля скоростей в трубопроводе" по курсам "Процессы и аппараты химической технологии" для студентов специальностей 170500, 250200, 250600 и по курсу "Гидравлика и теплотехника" для специальности 320700/Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004.- 11 с. <http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/pole-kormina.pdf>

8. О.Ю.Сартакова, Л.А.Кормина. Массообменные процессы(часть 2): Методические указания к лабораторным работам по курсу «Гидравлика и теплотехника» и «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов специальностей 240801, 240301, 240502, 280201 дневной и заочной форм обучения химико-технологического факультета/Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. - Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2010.-19 с. http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Sartakova_mso2.pdf

9. О.Ю.Сартакова, Л.А.Кормина. Тепловые и массообменные процессы (часть 1): Методические указания к лабораторным работам по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" для студентов специальностей 240801, 240301, 240502, 280201 дневной и заочной форм обучения. Часть 1./Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. - Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2010.- 21 с. http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Sartakova_mso1.pdf

10. О.Ю.Сартакова, Л.А.Кормина. Массообменные процессы(часть 3): Методические указания к лабораторным работам по курсу «Гидравлика и теплотехника» «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов специальностей 240801, 240301, 240502, 280201 дневной и заочной форм обучения химико-технологического факультета/ Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. -Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2010.-14 с. http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Sartakova_mso3.pdf

11. Полетаева М.А., Шашков Ю.И. Методические указания к выполнению проекта по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс]: Методические указания.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2014.— Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/2574>

12. Полетаева М.А., Сартакова О.Ю. Теплопередача в теплообменном аппарате: Методические указания к лабораторной работе по курсу

«Дополнительные главы процессов и аппаратов химической техно-логии» для студентов направления «Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»/ ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». –Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015 г. –16с.
http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Poletaeva_teploobmen.pdf

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

13. Бородулин, Д.М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д.М. Бородулин, В.Н. Иванец ; ред. Н.В. Шишкина ; Федеральное агентство по образованию, Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности. - Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. - 168 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-5-89289-435-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141314> (21.02.2019).

14. Ветошкин, А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие : [16+] / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 461 с. : ил., табл., схем. – (Инженерная экология для бакалавриата). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564894> (дата обращения: 04.12.2020). – Библиогр.: с. 451 - 453. – ISBN 978-5-9729-0347-4. – Текст : электронный.

15. Методы решения задач тепломассопереноса: Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде : учебное пособие / В.И. Коновалов, А.Н. Пахомов, Н.Ц. Гатапова, А.Н. Колиух ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 81 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277809>

6.2. Дополнительная литература

16. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. 12-е изд., стереотипное, доработанное. Перепечатка с девятого издания 1973 г. - М.: ООО ТИД «Альянс», 2005 - 753 с. (46 экз)

17. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие для вузов под ред. Чл.-корр. АН России П.Г.Романкова.-13-е изд., стереотипное. Перепечатка с издания 1987 г. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2006.- 576 с. (26 экз)

18. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для химико-технологических специальностей вузов : в 2 частях / Ю. И. Дытнерский. - [3-е изд.]. - Москва : Химия, 2002. - Ч. 1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и

аппараты. - 400 с. : ил. (49 экз.)

19. Титова Л.М., Алексанян И.Ю., Нугманов А.Х-Х. Массообменные процессы в химической и пищевой технологии. Лабораторные и практические занятия: Учебное пособие. – СПб.:Издательство «Лань», 2014.-224 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53692

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

20. <https://universarium.org>

21. <https://do.oiledu.ru/login/index.php>

22. -

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
помещения для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».