

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.В.7 «Процессы и аппараты химической технологии»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Направленность (профиль, специализация): **Инженерная экология**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная)**

Форма обучения: **очная**

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

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код компетенции из УП и этап её формирования | Содержание компетенции | В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
|--|--|---|---|---------|
| | | знать | уметь | владеть |
| ПК-2 | способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду | <ul style="list-style-type: none"> - общие принципы создания энерго- и ресурсосберегающих технологий; - основные способы оптимизации режимов работы технологического оборудования; - источники негативного воздействия на окружающую среду | - анализировать существующие технологии с позиций энерго- и ресурсосбережения | |
| ПК-5 | готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду | <ul style="list-style-type: none"> - способы организации технологического процесса - технологию и оборудование основных технологических процессов - способы, технические средства и технологии минимизации негативного воздействия на окружающую среду | <ul style="list-style-type: none"> - анализировать воздействие технологических процессов на окружающую среду; - предлагать технические решения для минимизации воздействия технологических процессов на ОС. | |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

| | |
|---|---|
| Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины. | Промышленная экология, Физика, Физическая и коллоидная химия |
| Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения. | Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Инженерные методы защиты гидросферы, Курсовое проектирование по спецтехнологии, Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, Основы нефтехимических производств, Переработка нефти и газа, Системы |

| | |
|--|--|
| | управления химико-технологическими процессами, Теоретические основы энерго- и ресурсосберегающих технологий, Технологии очистки газовых выбросов |
|--|--|

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 | 68 | 68 | 68 | 228 | 226 |

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: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

| Виды занятий, их трудоемкость (час.) | | | | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
| Лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
| 34 | 34 | 34 | 78 | 108 |

Лекционные занятия (34ч.)

1. Введение. Классификация ХТП. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[9,10,11,15] 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. Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

2. Основы гидравлики. {с элементами электронного обучения и

дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[9,11] 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. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[10,11] 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. Гидродинамика {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[9] Бернулли для реальной и идеальной жидкости. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости Навье-Стокса. Оператор Лапласа.

5. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[9,11] Потери напора на трение и местные сопротивления. Общее уравнение сопротивления. Коэффициенты сопротивления. Коэффициенты сопротивления трения и местных сопротивлений.

6. Гидродинамика зернистых материалов. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[11] Движение потока через неподвижные зернистый слой. Характеристика зернистого материала. Псевдооживление твёрдого зернистого материала.

7. Моделирование ХТП. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[10,11] Физическое и математическое моделирование. Условия однозначности. Виды подобия: геометрическое, временное, физическое, начальных и граничных условий. Инварианты, симплексы, константы, критерии подобия. Критерий Ньютона. Основные модифицированные и сложные критерии гидродинамического подобия

8. Перемешивание {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[10] Интенсивность и эффективность перемешивания. Модифицированные критерии. критерий мощности. Способы перемешивания. Виды и сравнительная характеристика перемешивающих устройств

9. Тепловые процессы. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[11] Способы передачи тепла . Теплопередача. Тепловые балансы. Теплопроводность. Температурное поле, температурный градиент. 3-н Фурье. Коэффициент теплопроводности

10. Теплоотдача. Тепловое подобие {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[9] Закон теплоотдачи. Диф. уравнение конвективного переноса тепла (уравнение Фурье-Кирхгофа). Подобие процессов теплоотдачи.

11. Теплопроводность, тепловое излучение {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[11,11]

Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Коэффициент температуропроводности. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки. Тепловое излучение. Законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Взаимное излучение двух твёрдых тел.

12. Теплопередача {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[11] 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.

13. Выпаривание {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[11] Сущность однократного и многократного выпаривания. Схемы прямоточные, противоточные и с параллельным питанием. Материальный и тепловой балансы многокорпусной выпарной установки.

14. Температурные потери тепловой установки, производительность и интенсивность работы выпарной установки. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[9,10,11] Общая полезная разность температур в многокорпусной выпарной установке и её распределение по корпусам. Предельное и оптимальное число корпусов в многокорпусной выпарной установке. Факторы влияющие на производительность и интенсивность работы выпарной установки.

15. Выпаривание с тепловым насосом {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[9] Выпаривание с тепловым насосом. Коэффициент инжекции, материальный баланс. Выпарная установка с инжектором

16. Основы массопередачи {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[11] Классификация процессов массопередачи. Равновесие между фазами. Материальный баланс процессов массопередачи. Уравнение рабочей линии. Движущая сила массопередачи. Молекулярная диффузия. Закон Фика. Дифференциальное уравнение конвективного переноса массы. Второй закон Фика.

17. Массоотдача и массопередача {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[11] Уравнение массоотдачи. Диффузионные критерии подобия. Скорость массопередачи. Уравнение массопередачи. Связь коэфф. массопередачи и массоотдачи. Расчёт диаметра аппарата. Расчёт высоты аппарата. Число единиц переноса. Высота единицы переноса. Степень изменения концентрации, её определение графическим методом.

Практические занятия (34ч.)

1. Основы прикладной гидравлики {метод кейсов} (4ч.)[12,14,16] Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и

ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

2. Насосы. Вентиляторы. Компрессоры {метод кейсов} (4ч.)[12,16]

Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

3. Гидромеханические методы разделения {метод кейсов} (4ч.)[12]

Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

4. Гидродинамика взвешенного слоя, перемешивание в жидкой среде {метод кейсов} (4ч.)[12]

Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

5. Теплопередача в химической аппаратуре {метод кейсов} (4ч.)[12]

Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

6. Теплопередача в химической аппаратуре {метод кейсов} (4ч.)[12]

Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

7. Выпаривание {метод кейсов} (4ч.)[12,16]

Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

8. Расчетное задание (альбом с конструкциями основных аппаратов и машин) {дискуссия} (6ч.)[11,16,17]

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 (34ч.)

- 1. Исследование поля скоростей в трубопроводе(4ч.)[2]** инструктаж
получение допуска,
выполнение,
обсуждение результатов
- 2. Определение режима течения потока.**
Тест 1(4ч.)[2,10] защита предыдущей работы,
получение допуска,
выполнение,
обсуждение результатов
тестирование
- 3. Исследование гидродинамики тарельчатой колонны(4ч.)[3]**
Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.
- 4. Тест 2(4ч.)[13,16]** выполнение,
обсуждение результатов
- 5. Исследование гидродинамики насадочной колонны(4ч.)[4]**
Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.
- 6. Тест 3(4ч.)[13,16]** выполнение,
обсуждение результатов
- 7. Определение гидравлических сопротивлений трубопроводов(4ч.)[1,10]**
Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.
- 8. Тест 4(4ч.)[12,16]** выполнение,
обсуждение результатов
- 9. расчетное задание {дискуссия} (2ч.)[12,15]** защита Альбомов с конструкциями

Самостоятельная работа (78ч.)

- 1. Подготовка к практическим занятиям(8ч.)[11,15]**
- 2. Проработка конспекта лекций(8ч.)[15]**
- 3. Подготовка к лабораторным работам(11ч.)[1,2,3,4,10,16]**
- 4. Выполнение расчетного задания(15ч.)[11,15,17]**
- 5. Подготовка к экзамену(36ч.)[11,12,15]**

Семестр: 6

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 7 / 252

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

| Лекции | Виды занятий, их трудоемкость (час.) | | | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|--------|--------------------------------------|----------------------|------------------------|---|
| | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
| 34 | 34 | 34 | 150 | 118 |

Лекционные занятия (34ч.)

1. Абсорбция {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[11] Равновесие в системах жидкость-газ. Закон Генри. Расход абсорбента. Материальный и тепловой балансы. Принцип. схемы абсорбции: прямоточная, противоточная, с рекуперацией жидкости и газа. Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

2. Перегонка и ректификация {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (6ч.)[11] простая перегонка (дистилляция) и ректификация. Физическая сущность процесса. Равновесие в системах жидкость-пар. Закон Рауля. Диаграммы x - u , p - x , t - x , u . Непрерывная ректификация. Схема процесса. Материальный баланс. Уравнения линий рабочих концентраций укрепляющей и исчерпывающей частей колонны. Построение на диаграмме x - u рабочих линий процесса. Минимальное и рабочее флегмовое число. Периодическая ректификация и ректификация многокомпонентных смесей. Способы периодической ректификации бинарных смесей. Диаграммы с построением рабочих линий. Ректификация многокомпонентных смесей. Ректификация с вариацией давления. Азеотропная и экстрактивная ректификация, сущность, выбор разделяющего агента, требования к нему, сравнительная характеристика методов. Специальные методы ректификации Ректификация с вариацией давления. Азеотропная и экстрактивная ректификация, сущность, выбор разделяющего агента, требования к нему, сравнительная характеристика методов.

3. Кристаллизация. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[9,10,11] Физические основы процесса. Способы кристаллизации. Материальный и тепловой балансы кристаллизации. Сублимация. Основные понятия, движущая сила процесса.

4. Адсорбция. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[9,10,11,13] Основные понятия, виды адсорбентов. Статическая и динамическая активность. Материальный баланс. Равновесие при адсорбции. Изотерма адсорбции. Десорбция. Принципиальные схемы адсорбционных процессов.

5. Экстракция. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (6ч.)[9,10,11,13] 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. Принципиальные схемы экстракции. Их изображение на треугольной диаграмме.

6. Сушка. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (6ч.)[9,10,13] Сущность процесса. Виды сушки.

Основные параметры влажного газа. Материальный и тепловой балансы сушки.

Теоретическая сушка. 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.

Скорость сушки. Изменение температуры материала в процессе сушки. Схемы сушильных процессов.

7. Мембранные процессы {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[9,10,13,15,16] Мембранные процессы разделения. Физическая сущность процессов. Основные характеристики методов. Обратный осмос.

Ультрафильтрация, испарение через мембрану, диализ, электродиализ, диффузионное разделение газов. Основные понятия. Мембраны. Кинетика процессов мембранного разделения.

Влияние различных факторов на процессы мембранного разделения. Методы очистки мембран. Аппаратура

Практические занятия (34ч.)

1. Основы массопередачи. {метод кейсов} (4ч.)[12] Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

2. Абсорбция {метод кейсов} (4ч.)[12] Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

3. Перегонка и ректификация {метод кейсов} (4ч.)[12] Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

4. Кристаллизация {метод кейсов} (4ч.)[12] Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

5. Адсорбция {метод кейсов} (4ч.)[12] Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на

окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

6. Экстрагирование {метод кейсов} (4ч.)[12] Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

7. Сушка {метод кейсов} (6ч.)[12] Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

8. Массообменные процессы {работа в малых группах} (4ч.)[12] Совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

Лабораторные работы (34ч.)

1. Определение коэффициента массоотдачи в процессе абсорбции(4ч.)[5,6,7] инструктаж, допуск, выполнение работы, обсуждение результатов

2. Тест 5 (материал начитан в 5 семестре в лекционном курсе ОПАХТ,(4ч.)[9,10] компьютерное тестирование, обсуждение результатов

3. Изучение процесса теплоотдачи в кожухотрубном теплообменнике(4ч.)[5] защита лабораторной работы,

получение допуска,
выполнение лабораторной работы,
обсуждение результатов

4. Определение КПД тарелки при проведении процесса десорбции(4ч.)[6,7] защита лабораторной работы,

получение допуска,
выполнение лабораторной работы,
обсуждение результатов.

5. Изучение процесса сушки в циркуляционной сушилке(4ч.)[5] защита лабораторной работы,

получение допуска,
выполнение лабораторной работы,
обсуждение результатов.

6. Исследование процесса ректификации при минимальном и максимальном флегмовом числе(4ч.)[6,7] защита лабораторной работы,

получение допуска,
выполнение лабораторной работы,
обсуждение результатов.

7. Исследование процесса периодической ректификации при постоянном

флегмовом числе(4ч.)[6,7] Защита отчетов по лабораторной работе
получение допуска,
выполнение лабораторной работы,
обсуждение результатов.

8. Тест 6(4ч.)[10,11,16] компьютерное тестирование, обсуждение результатов

9. итоговое занятие(2ч.)[6,7] защита лабораторных работ,
расчет семестрового рейтинга

Курсовые работы (54ч.)

. Курсовой проект выполняется по одной из следующих тем:

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.(54ч.)[10,12,13,14] 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 (150ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям(18ч.)[10,12]

2. Подготовка к тестам(16ч.)[9,11]

3. Подготовка к лабораторным работам(17ч.)[5,6,7,11]

4. Выполнение курсового проекта(54ч.)[8,11,12,14] 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.

6. Подготовка к экзамену(45ч.)[9,10,11,12,15,17]

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. Сартакова О.Ю., Кормина Л.А, Лазуткина Ю.С. Методические указания к лабораторной работе "Определение гидравлических сопротивлений трубопроводов" по курсам "Процессы и аппараты химической технологии" для

студентов специальностей 280201, 240301, 240502, 240801/Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. -Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009.-17 с. - Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Sart-soprtr.pdf>

2. Кормина Л.А., Лазуткина Ю.С., Сартакова О.Ю. Шашков Ю.И. Методические указания к лабораторным работам "Изучение гидродинамических процессов" по курсам "Гидравлика и теплотехника" и "Процессы и аппараты химической технологии"/ Алт.гос.техн. ун-т им. И.И.Ползунова.-Барнаул: Изд-во АлтГТУ,2010.-17с. Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/kormina-gidr.pdf>

3. Шашков Ю.И., Полетаева М.А. Методические указания к лабораторной работе "Исследование гидродинамики тарельчатых колонн" по курсам "процессы и аппараты химической технологии" и "Гидравлика и теплотехника" для студентов специальностей 170500, 250200, 250600, 320700 дневной и заочной форм обучения /Алт.гос.техн.ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004 -17 с.

Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/issl-gd-tarel.pdf>

4. Шашков Ю.И., Полетаева М.А. Исследование гидродинамики насадочной колонны: Методические указания к лабораторным работам по курсам «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов специальностей 170500, 250200, 250600 и «Гидравлика и теплотехника» для студентов специальности 320700 всех форм обучения /Алт. государственный технический университет им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Б.и., 2003. - 12 с.- Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/issl-gd-nasad.pdf>

5. Сартакова О.Ю., Кормина Л.А. Тепловые и массообменные процессы (Часть 1): Методические указания к лабораторным работам по курсу «Гидравлика и теплотехника» и «Основы процессов и аппаратов химической технологии» для студентов специальностей 240801, 240301, 240502, 280201 дневной и заочной форм обучения /Алт.государственный технический университет им.И.И.Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. - 18 с. Режим доступа: http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Sartakova_mso1.pdf

6. Сартакова О.Ю., Кормина Л.А. Массообменные процессы (часть 2). Методические указания к лабораторным работам по курсу «Гидравлика и теплотехника» и «Основы процессов и аппаратов химической технологии» для студентов специальностей 240801, 240301, 240502, 280201 дневной и заочной форм обучения /Алт.государственный технический университет им.И.И.Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. -16 с. Режим доступа: http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Sartakova_mso2.pdf

7. Сартакова О.Ю., Кормина Л.А. Массообменные процессы (часть3): Методические указания к лабораторным работам по курсу «Гидравлика и теплотехника» и «Основы процессов и аппаратов химической технологии» для студентов специальностей 240801, 240301, 240502, 280201 дневной и заочной форм обучения /Алт.гос. техн. ун-т им.И.И.Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. - 14 с. Режим доступа: http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Sartakova_mso3.pdf

8. 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/download/htie/Shashkov-muproc.pdf>.

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

9. Фролов В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии». – 2-е изд. Испр.-СПб.:ХИМИЗДАТ, 2008.-608 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=98347

10. Бородулин, Д.М. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.М. Бородулин, В.Н. Иванец. — Электрон. дан. — Кемерово : КемТИПП, 2007. — 168 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4614

6.2. Дополнительная литература

11. 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)

12. 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)

13. Дытнерский, Юрий Иосифович Процессы и аппараты химической технологии : учебник для химико-технологических специальностей вузов : в 2 частях / Ю. И. Дытнерский. - [3-е изд.]. - Москва : Химия, 2002 - . - (Для высшей школы). - ISBN 5-7245-1230-0. Ч. 1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. - 400 с. 49 экз.

14. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию /Г.С.Борисов, В.П.Брыков, Ю.И.Дытнерский, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Химия, 1991. - 496 с. (125 экз)

15. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии, 3-е изд. -М.: Химия, 1987. - 540 с. (62 экз)

16. 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

17. <http://www.him-prom.ru/>

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 | Microsoft Office |
| 2 | Opera |
| 3 | Acrobat Reader |
| 4 | WinRar |
| 5 | LibreOffice |
| 6 | Windows |
| 7 | 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 |
|--|
| учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа |
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа |
| лаборатории |
| учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций |

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|
| учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации |
| помещения для самостоятельной работы |
| учебные аудитории для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ) |

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».