

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
 (НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 14 » апреля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств»

Направление подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы
 (шифр) (наименование)

в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа Машины и аппараты химических производств

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр IV, 8, V, 9

| Форма обучения | заочная | | | |
|----------------------|------------------|----------------------|--------------|-----------------|
| | IV, 8 | | V, 9 | |
| | Часы | ЗЕ | Часы | ЗЕ |
| Лекции | 4 | 0,111 | 4 | 0,111 |
| Практические занятия | 6 | 0,167 | 8 | 0,222 |
| Лабораторные занятия | 4 | 0,111 | 8 | 0,222 |
| СР | 80 | 2,222 | 219 | 6,084 |
| КСР | 10 | 0,278 | 4 | 0,111 |
| Форма аттестации | Зачет с оц. 4 | Зачет с оц. 0,111 | Экзамен 9 | Экзамен 0,25 |
| Всего | 108 | 3 | 252 | 7 |

Нижнекамск, 2021 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования

(№ 923 от 07.08.2020) по направлению 18.03.02 «Энерго- и
(номер, дата утверждения) (шифр)

ресурсосберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии
(наименование направления)
и нефтехимии»

на основании учебного плана набора обучающихся 2020 года.

Разработчик программы:

доцент каф. МАХП
(должность)


(подпись)

И.Н. Мадышев
(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП,
протокол от 10.03.2021 г. № 7

Зав. кафедрой


(подпись)

И.А. Сабанаев
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Машины и аппараты химических производств» являются:

1. формирование базовых знаний о современных машинах и аппаратах, используемых для проведения физических тепло- и массообменных и реакционных процессов в химических и нефтехимических производствах;
2. ознакомление обучающихся с основными направлениями и методами усовершенствования и модернизации типового и специального технологического оборудования и машин с использованием последних достижений отечественной и зарубежной науки и техники;
3. обеспечение необходимого уровня знаний и практических навыков, необходимых для решения инженерных задач по выбору, расчету и проектированию типовых машин и аппаратов отрасли;
4. формирование и закрепление знаний у обучающихся по вопросам обслуживания, монтажа и ремонта основного технологического оборудования, а также вопросам организации и проведения исследований с целью совершенствования действующего оборудования и машин;
5. формирование у обучающихся общих представлений и навыков в различных областях будущей профессиональной деятельности в качестве инженера-эксплуатационника, инженера-конструктора, инженера-исследователя

2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы

Дисциплина Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств» относится к *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Машины и аппараты химических производств» бакалавр по направлению подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) *Б1.О.13 Физика*
- б) *Б1.О.22 Материаловедение*
- в) *Б1.О.23 Технология конструкционных материалов;*
- г) *Б1.О.27 Термодинамика и основы теплопередачи;*
- д) *Б1.В.04 Процессы и аппараты химической технологии.*

Дисциплина «Машины и аппараты химических производств» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) *Б1.В.09 Технология машиностроения;*
- б) *Б1.В.16 Монтаж и ремонт технологического оборудования;*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Машины и аппараты химических производств» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-3.1 знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации технологического оборудования

ПК-3.2 умеет разрабатывать нормативно-техническую документацию по контролю технического состояния, техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования

ПК-3.3 владеет навыками выполнения работ по контролю технического состояния, техническому обслуживанию и ремонту оборудования

ПК-4.1 знает методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений

ПК-4.2 умеет разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию на новую технику и передовую технологию

ПК-4.3 владеет навыками разработки и реализации планов внедрения новой техники и технологии, проведения организационно-технических мероприятий, опытно-конструкторских работ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

1) Знать:

а) технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации технологического оборудования;

б) методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений.

2) Уметь:

а) разрабатывать нормативно-техническую документацию по контролю технического состояния, техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования;

б) разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию на новую технику и передовую технологию.

3) Владеть:

а) навыками выполнения работ по контролю технического состояния, техническому обслуживанию и ремонту оборудования

б) навыками разработки и реализации планов внедрения новой техники и технологии, проведения организационно-технических мероприятий, опытно-конструкторских работ

4. Структура и содержание дисциплины «Машины и аппараты химических производств»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

В соответствии с ОП подготовки бакалавров и утвержденных учебных планов, дисциплина «Машины и аппараты химических производств» состоит из двух частей (разделов):

1 раздел – «Машины и аппараты химических производств, 1 часть» (А. Оборудование общего назначения), изучается студентами заочной формы обучения (оз) – на 8 семестре 4-го курса

2 раздел – «Машины и аппараты химических производств, 2 часть» (Б. Оборудование специального назначения), изучается студентами заочной формы – на 9 семестре 5-го курса обучения:

| № п п | Разделы дисци- плины | Семестры | | | Виды учебной Работы (в часах) | | | Информационные и другие об- разовательные технологии, ис- пользуемые при осуществлении образовательного процесса | Оценочные сред- ства для проведе- ния промежуточной аттестации по раз- делам |
|---|--|------------------|-------------|-------------------------|----------------------------------|-----|----|--|--|
| | | | Лек- ции | Практ . за- нятия | Лаб. ра- боты | КСР | СР | | |
| А. «МАХП, 1 часть» – Оборудование общего назначения | | | | | | | | | |
| 1 | Раздел 1. Теплооб- менная аппара- тура | 8 | 1 | 2 | 1 | 3 | 26 | Обсуждение проблемной лекции; использование наглядных образцов; маке- тов, моделей оборудования и машин на практических занятиях и выполнении ла- бораторных работ | Зачет, темы для рефератов |
| 2 | Раздел 2. Колонная массооб- менная аппара- тура | 8 | 2 | 2 | 2 | 4 | 28 | Обсуждение проблемной лекции; использование наглядных образцов; маке- тов, моделей оборудования и машин при выполнении ла- бораторных работ; реше- ние кейс-задачи на практи- ческом занятии | Зачет, темы для рефератов |
| 3 | Раздел 3. Химиче- ские ре- акторы | 8 | 1 | 2 | 1 | 3 | 26 | Индивидуальная работа в группах с раздаточным ма- териалом; использование наглядных образцов; маке- тов, моделей оборудования и машин при выполнении ла- бораторных работ; реше- ние кейс-задачи на практи- ческом занятии | Зачет, темы для докладов |
| Всего «МАХП, 1 часть» (А) | | | 4 | 6 | 4 | 10 | 80 | – | – |
| | | Форма аттестации | | | | | | | Зачет с оценкой (4) |
| | | | | | | | | | |
| Б. «МАХП, 2 часть» – Оборудование специального назначения | | | | | | | | | |
| 1 | Раздел 4. Оборудо- вание для | 9 | 1 | 2 | 2 | 1 | 55 | Индивидуальная работа в группах с раздаточным ма- териалом; использование | Экзаменацион- ные билеты, |

| | | | | | | | | | |
|--|--|---|----------|----------|----------|----------|------------|--|--|
| | филь- трова- ния хи- мических матери- алов | | | | | | | наглядных образцов; маке- тов, моделей оборудования и машин при выполнении ла- бораторных работ. | темы для докла- дов, курсовой проект |
| 2 | Раздел 5. Центри- фуги в химиче- ской про- мышлен- ности | 9 | 1 | 2 | 2 | 1 | 55 | Обсуждение проблемной лекции; работа в группах с раздаточным материалом; использование наглядных образцов; макетов, моде- лей оборудования и машин при выполнении лаборатор- ных работ. | Экзаменацион- ные билеты, темы для докла- дов, курсовой проект |
| 3 | Раздел 6. Уплот- нения вращаю- щихся валов | 9 | 1 | 2 | 2 | 1 | 55 | Индивидуальная работа в группах с раздаточным ма- териалом; использование наглядных образцов; маке- тов, моделей оборудования и машин при выполнении ла- бораторных работ. | Экзаменацион- ные билеты, темы для до- клада, курсовой проект |
| 4 | Раздел 7. Монтаж и ремонт химиче- ского оборудо- вания и трубо- проводов | 9 | 1 | 2 | 2 | 1 | 54 | Обсуждение проблемной лекции; работа в группах с раздаточным материалом; использование наглядных образцов; макетов, моде- лей оборудования и машин при выполнении лаборатор- ных работ. | Экзаменацион- ные билеты, кур- совой проект |
| Всего «МАХП, 2 часть» (Б) | | | 4 | 8 | 8 | 4 | 219 | | |
| | Форма аттестации | | | | | | | | Экзамен (9 ч.); Защита курсо- вого проекта (9 сем.) |

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируе- мых компетенций

| № пп | Раздел дисциплины | Час ы (о/оз) | Тема лекционного за- нятия | Краткое содержание | Формиру- емые ком- петенции |
|---|---|------------------------|---|---|---------------------------------------|
| А. «МАХП, 1 часть» – Оборудование общего назначения (6/7 семестры) | | | | | |
| 1. | Раздел 1. Теплооб- менная аппаратура | 1 | | | |
| 1.1 | | 0,25 | <u>Тема 1.1.</u> Введе- ние. Классифика- ция теплообмен- ных аппаратов | Назначение, классификация и об- ласть применения теплообменни- ков. Требования к теплообменни- кам. Основное уравнение теплопередачи и его анализ | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 1.2 | | 0,25 | <u>Тема 1.2.</u> Кожухо- | Устройство, принцип действия, | ПК-3.1, 3.2, 3.3, |

| | | | | | |
|-----|---|----------|---|--|---------------------------------|
| | | | трубчатые теплообменники жесткой, полужесткой и нежесткой конструкций | область применения и маркировка кожухотрубчатых теплообменников. Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках. Причины возникновения, возможные последствия и методы устранения температурных напряжений. Основные принципы и приемы компенсации температурных деформаций в кожухотрубчатых теплообменниках жесткой, полужесткой и нежесткой конструкций | 4.1, 4.2, 4.3 |
| 1.3 | | 0,25 | <u>Тема 1.3.</u> Конструктивное исполнение основных элементов кожухотрубчатых теплообменников | Назначение и устройство основных элементов кожухотрубчатых теплообменников. Варианты исполнения кожуха, опор, труб и трубных решеток кожухотрубчатых теплообменников. Рекомендации по выбору конструктивных элементов. Различные схемы размещения труб в трубных решетках. Способы соединения труб с трубными решетками в теплообменниках различных конструкций | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 1.4 | | 0,25 | <u>Тема 1.4.</u> Методы интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах | Назначение и виды перегородок в трубном и межтрубном пространствах кожухотрубчатых теплообменников. Теплообменники с оребренными, витыми, обжатými трубами, с турбулизующими элементами. Спиральные, пластинчатые и пластинчато-ребристые теплообменники с плоской поверхностью теплообмена, их достоинства и недостатки, сравнительные показатели. Специальные виды теплообменников: блочные из неметаллических материалов, тепловые трубы. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 2. | <u>Раздел 2. Колонная массообменная аппаратура</u> | 2 | | | |
| 2.1 | | 0,1 | <u>Тема 2.1.</u> Введение. Общие сведения о процессах массообмена | Место и роль процессов массообмена в химической технологии. Классификация процессов массообмена. Основное уравнение массопередачи и его анализ | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 2.2 | | 0,2 | <u>Тема 2.2.</u> Аппараты для разделения смесей методами перегонки, ректификации и абсорбции | Сущность процессов перегонки и ректификации. Схемы, аппаратное оформление и сравнительные показатели процессов разделения бинарных и многокомпонентных смесей методами | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |

| | | | | | |
|-----|--|-----|--|---|---|
| | | | | <p>простой перегонки и ректификации. Простые и сложные; полные и неполные ректификационные колонны, их область применения. Уравнение материального баланса процесса ректификации. Схемы проведения процесса абсорбции для разделения газовых смесей на двух колоннах, и на совмещенной абсорбционно-отпарной колонне. Сравнительные показатели процессов ректификации и абсорбции, их достоинства и недостатки.</p> | |
| 2.3 | | 0,1 | <p><u>Тема 2.3.</u> Насадочные колонные массообменные аппараты</p> | <p>Устройство, принцип действия и основные элементы насадочных колонн. Виды, характеристики и режимы работы насадок, выбор оптимального режима. Явление «сухого конуса» в насадочных колоннах и методы его устранения. Распределители, перераспределители жидкости; и опорные устройства под насадку. Сравнительные характеристики, рекомендации по их выбору.</p> | <p>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</p> |
| 2.4 | | 0,2 | <p><u>Тема 2.4.</u> Тарельчатые колонные массообменные аппараты и их характеристики</p> | <p>Устройство, принцип работы особенности конструкции тарельчатых колонн. Основные показатели тарелок, определяющие геометрические размеры и качество разделения смесей</p> | <p>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.11, 4.2, 4.3</p> |
| 2.5 | | 0,2 | <p><u>Тема 2.5.</u> Барботажные противоточные и струйные тарелки с направленным движением потоков с переливами</p> | <p>Устройство, принцип работы и сравнительные показатели противоточных барботажных тарелок с переливами: ситчатых, колпачковых, желобчатых, из S-образных элементов, комбинированных. Устройство, принцип действия струйных тарелок с направленным движением потоков: язычковых, арочных, пластинчатых; из просечно-вытяжных листов с отбойниками, их область применения, достоинства и недостатки. Принцип действия, специфические особенности работы и сравнительные показатели клапанных тарелок: с круглыми клапанами, балластных, трапецеидальных, жалюзийно-клапанных и др. Конструкция, принцип действия, достоинства и недостатки провальных решетчатых тарелок без переливов. Тарелки Киттеля.</p> | <p>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</p> |

| | | | | | |
|---|---|----------|---|---|---------------------------------|
| 2.6 | | 0,2 | <u>Тема 2.6.</u> Специальные виды тарелок с дополнительной интенсификацией процесса контактирования фаз | Устройство, принцип действия, основные показатели тарелок с дополнительной интенсификацией взаимодействия жидкой и паровой фаз: тарелки с двумя зонами контакта, струйно-центробежных, комбинированных. Принцип работы, сравнительные показатели, достоинства и недостатки высокоскоростных прямоточных тарелок с секционированием и с встречным соударением потоков | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 3. | <u>Раздел 3. Химические реакторы</u> | 1 | | | |
| 3.1 | | 0,5 | <u>Тема 3.1.</u> Основные понятия, классификация и элементы кинетики химических реакций | Место и роль реакторов в химической технологии. Понятие и определение химической реакции. Классификация химических реакций в зависимости от механизма, способов возбуждения, режимов протекания и фазовых и других характеристик. Элементы кинетики химических реакций. Понятие скорости, константы и порядка химической реакции. Закон действующих масс. Дифференциальное уравнение скорости. Основы расчета химических реакторов. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 3.2 | | 0,5 | <u>Тема 3.2.</u> Назначение, классификация и конструктивное оформление химических реакторов | Факторы, влияющие на конструкцию химического реактора: тепловой режим, способ работы, агрегатное состояние реагентов, режим движения и др. Реакторы идеального вытеснения и идеального смешения, их сравнительные характеристики. Многокаскадный реактор смешения. Конструктивное исполнение жидкостных кубовых реакторов смешения: корпус, теплообменные и перемешивающие устройства, отражательные перегородки, привод. Особенности конструкции газожидкостных реакторов. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| Всего «МАХП, 1 часть» (А) | | 4 | – | – | – |
| Б. «МАХП, 2 часть» – Оборудование специального назначения (7/8 семестры) | | | | | |
| 4. | <u>Раздел 4. Оборудование для фильтрации химических материалов</u> | 1 | | | |

| | | | | | |
|-----|--|----------|--|--|---------------------------------|
| 4.1 | | 0,5 | <u>Тема 4.1.</u> Назначение и классификация фильтров. Фильтры для разделения жидкостей | Сущность процесса фильтрования. Жидкие неоднородные системы, их характеристика и классификация. Способы разделения суспензий и эмульсий. Скорость и движущая сила фильтрации. Дифференциальное уравнение процесса фильтрации. Расчет времени фильтрования. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 4.2 | | 0,5 | <u>Тема 4.2.</u> Конструкции фильтров | Основы классификации фильтров по различным признакам. Фильтры периодического действия: емкостные и камерные фильтр-прессы; автоматизированные камерные фильтр-прессы (ФПАКМ). Целесообразные пределы использования фильтров. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 5. | <u>Раздел 5. Центрифуги в химической промышленности</u> | 1 | | | |
| 5.1 | | 0,2 | <u>Тема 5.1.</u> Назначение и классификация центрифуг. Классификация центрифуг. | Сущность и систематизация процессов центрифугирования. Область применения центрифуг, их достоинства и недостатки по сравнению с фильтрами. Фактор разделения центрифуг как мера интенсивности процесса. Характеристики центробежного поля в роторе центрифуги. Классификация центрифуг, их условное обозначение. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 5.2 | | 0,2 | <u>Тема 5.2.</u> Основные закономерности центробежного фильтрования | Движущая сила и скорость центробежного фильтрования, кинетическое уравнение процесса, расчет времени фильтрования. Основные закономерности осадительного центрифугирования, теоретическая и действительная производительность осадительной центрифуги. Скорость осаждения в барабане центрифуги. Индекс производительности | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 5.3 | | 0,3 | <u>Тема 5.3.</u> Конструкции промышленных центрифуг. | Конструктивное оформление центрифуг. Горизонтальные центрифуги с ножевой выгрузкой осадка. Одно- и многокаскадные центрифуги с пульсирующей выгрузкой осадка. Осадительные, фильтрующие и комбинированные центрифуги с шнековой выгрузкой осадка. Центрифуги с центробежной и вибрационной выгрузкой осадка. Скоростные трубчатые сверхцентрифуги, многокамерные и тарельчатые сепараторы. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |

| | | | | | |
|-----|--|----------|--|--|---------------------------------|
| 5.4 | | 0,3 | <u>Тема 5.4.</u> Прочность и динамика роторов центрифуг | Выбор материала и основы расчета на прочность барабанов центрифуг с учетом критерия Ньютона и удельной прочности материала. Конструирование валов и опор роторов с учетом критической скорости вращения, виброустойчивости и самоцентрирования. Расчет мощности привода центрифуги. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 6. | <u>Раздел 6. Уплотнения вращающихся валов</u> | 1 | | | |
| 6.1 | | 0,3 | <u>Тема 6.1.</u> Общие вопросы уплотнительной техники | Роль и классификация уплотнительных устройств в химических машинах и аппаратах. Физические свойства рабочих жидкостей и уравнения гидродинамики в уплотнениях. Основы теории герметичности, критерии оценки негерметичности. Материалы уплотнений и рабочие жидкости в системах уплотнений. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 6.2 | | 0,3 | <u>Тема 6.2.</u> Бесконтактные уплотнительные устройства | Основные требования и классификация бесконтактных уплотнений. Лабиринтные, щелевые уплотнения для сжиженных газов. Уплотнения типа гидравлического затвора. Гидравлические центробежные, винтоканавочные уплотнения. Плавающие уплотнения. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 6.3 | | 0,4 | <u>Тема 6.3.</u> Контактные уплотнительные устройства | Принцип действия и область применения контактных уплотнений. Сальниковые уплотнения, применяемые материалы сальников, основы расчета. Торцовые уплотнения, их принцип работы, материалы пар трения, кинематика и динамика торцовых уплотнений. Современные конструкции торцовых уплотнений. Манжетные уплотнения. Методика выбора оптимального варианта уплотнения | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 7. | <u>Раздел 7. Монтаж и ремонт химического оборудования и трубопроводов</u> | 1 | | | |
| 7.1 | | 0,5 | <u>Тема 7.1.</u> Назначение и классификация промышленных трубопроводов | Назначение, классификация и области применения технологических трубопроводов. Детали и узлы трубопроводов: трубы и трубопроводная арматура. Мон- | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |

| | | | | | |
|----------------------------------|--|----------|---|--|--|
| | | | | <i>таж и эксплуатация трубопроводов</i> | |
| 7.2 | | 0,5 | <i>Тема 7.2. Основы монтажных и ремонтных работ на предприятиях химической промышленности</i> | <i>Основы организации монтажных работ в химических предприятиях. Основное грузоподъемное оборудование, механизмы и приспособления. Монтаж вертикальных колонных аппаратов. Монтаж теплообменных и реакционных аппаратов. Испытание смонтированного оборудования. Система планово-предупредительного ремонта в химической промышленности. Организация управления ремонтно-механических служб.</i> | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| Всего «МАХП, 2 часть» (Б) | | 4 | – | – | – |

6. Содержание практических занятий

На практических занятиях теоретические положения, сформулированные на лекционных занятиях, доводятся до численного решения, конкретной прикладной задачи по индивидуальным вариантам заданий для каждого обучающегося. При выполнении расчетов обучающимся прививаются навыки работы со справочниками и нормативными документами, выбором и обоснованием выбора оптимальных вариантов рассматриваемых параметров, а также составления и оформления расчетных схем и эскизов рассчитываемого оборудования и машин. В зависимости от форм обучения предусмотрена различная продолжительность и перечень выполняемых практических работ по темам и разделам.

| № пп | Раздел дисциплины | Часы (о/оз) | Тема практического занятия | Краткое содержание | Формируемые компетенции |
|--|--|----------------|--|---|--|
| А. «МАХП, 1 часть» – Оборудование общего назначения | | | | | |
| 1 | <u>Раздел 1. Теплообменная аппаратура</u> | 2 | | | |
| 1.1 | | 1 | <u>Занятие №1. Тепловой расчет кожухотрубчатых теплообменников</u> | Для заданного типа теплообменника провести предварительный расчет требуемой площади теплообмена, подобрать стандартизованный теплообменник. Провести уточненный расчет коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи и проверить условие работоспособности по поверхности теплообмена и гидравлическому сопротивлению трубного и межтрубного пространств. | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 1.2 | | 1 | <u>Занятие №2. Расчет аппаратов воздушного охлаждения</u> | По заданной нагрузке охлаждаемого продукта подобрать марку и размеры аппарата воздушного охлаждения. Рассчитать мощ- | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |

| | | | | | |
|----------|---|----------|--|---|--|
| | | | | ность привода вентилятора, подобрать марку двигателя и провести уточненный расчет процесса теплопередачи через оребренную поверхность труб теплообменника. Дать расчетные схемы элементов теплообменника | |
| 2 | <u>Раздел 2. Колонная массообменная аппаратура</u> | 2 | | | |
| 2.1 | | 1 | <u>Занятие №3. Гидравлический расчет колонных массообменных аппаратов</u> | Для заданного вида тарелок провести подбор диаметра колонны и размеров стандартизованной тарелки. Проверить работоспособность тарелки по условию отсутствия брызгоуноса, пропускную способность переливов, градиент жидкости на тарелке. Рассчитать гидравлическое сопротивление тарелки. Определить коэффициент полезного действия, число действительных тарелок и высоту колонны. | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 2.2 | | 1 | <u>Занятие №4. Расчет гидравлической сети охлаждающей системы ректификационной установки</u> | По заданной производительности сети и для конкретного географического района с учетом состояния труб подобрать стандартный диаметр трубопровода для подачи охлаждающей воды на дефлегматор ректификационной установки. Рассчитать гидравлическое сопротивление всасывающего и нагнетательного трубопроводов, по расчетной мощности и напору подобрать марку центробежного насоса и электродвигателя. Проверить работоспособность насоса по условию отсутствия кавитации. Дать расчетную схему транспортной системы. | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| | <u>Раздел 3. Химические реакторы</u> | 2 | | | |
| 3.1 | | 1 | <u>Занятие №5. Расчет перемешивающих устройств жидкостных реакторов</u> | По заданной производительности и параметрам продуктов подобрать вид и размеры перемешивающего устройства жидкостного реактора. Проверить работоспособность мешалки по глубине воронки. Подобрать марку торцевого уплотнения. По величине потерь мощности на перемешивание и на торцевом уплотнении по- | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |

| | | | | | |
|--|--|----------|--|---|---------------------------------|
| | | | | добрать марку двигателя и мотора-редуктора. Дать расчетные схемы элементов реактора и перемешивающего устройства. | |
| 3.2 | | 1 | <u>Занятие №6.</u> Расчет реакторов периодического действия | По заданной производительности реактора и порядку реакции подобрать диаметр и объем стандартного реактора. Рассчитать продолжительность циклов загрузки, нагрева, времени реакции, охлаждения и выгрузки продуктов с реактора. Подобрать марки насосов для подачи продуктов в реактор и циркуляции охлаждающей жидкости. Проверить условие работоспособности теплообменного устройства реактора, рассчитать требуемый расход пара на нагрев и расхода воды на охлаждение реактора. Дать расчетную схему реактора. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| | | | | | |
| Всего «МАХП, 1 часть» (А) | | 6 | | | |
| | | | | | |
| Б. «МАХП, 2 часть» – Оборудование специального назначения | | | | | |
| 4. | <u>Раздел 4.</u> Оборудование для фильтрования химических материалов | 2 | | | |
| 4.1 | | 1 | <u>Занятие №7.</u> Расчет движущей силы процесса фильтрования | Провести расчет движущей силы процесса фильтрования для заданных рабочих жидкостей. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 4.2 | | 1 | <u>Занятие №8.</u> Расчет автоматизированного камерного фильтра-пресса ФПАКМ | Для заданной производительности и рабочей жидкости провести расчет геометрических параметров автоматизированного камерного фильтра-пресса ФПАКМ и выбрать его марку. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 5. | <u>Раздел 5.</u> Центрифуги в химической промышленности | 2 | | | |
| 5.1 | | 1 | <u>Занятие №9.</u> Расчет мощности привода центрифуги с ножевой выгрузкой осадка | По заданной производительности центрифуги с ножевой выгрузкой осадка рассчитать потребляемую мощность и подобрать марку и мощность привода. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 5.2 | | 1 | <u>Занятие №10.</u> Расчет центрифуги с центробежной выгрузкой осадка | Провести проверочный технологический расчет геометрических параметров производительности центрифуги с центробежной выгрузкой осадка. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |

| | | | | | |
|----------------------------------|---|----------|--|---|----------------------------------|
| 6. | Раздел 6. Уплотнения вращающихся валов | 2 | | | |
| 6.1 | | 1 | <i>Занятие № 11. Потери мощности в щелевом уплотнении</i> | Для щелевого уплотнения вращающегося вала рассчитать величину утечки жидкости и определить потери мощности. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.11, 4.2, 4.3 |
| 6.2 | | 1 | <i>Занятие №12. Расчет запираемого давления в торцевом уплотнении</i> | Для заданного вала мешалки подобрать вид торцового уплотнения и провести проверочный расчет величины запираемого давления. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 6. | Раздел 7. Монтаж и ремонт химического оборудования и трубопроводов | 2 | | | |
| 7.1 | | 2 | <i>Занятие №13. Определение температурных напряжений в трубопроводах</i> | Для трубопровода с заданными технологическими параметрами определить температурные напряжения в материале труб. Подобрать метод компенсации температурных напряжений. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| Всего «МАХП, 2 часть» (Б) | | 8 | | | |

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли».

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, на основе практического изучения явлений в элементах оборудования, а также выработка студентами определенных умений, связанных с выбором расчетных схем и выполнением расчетов по определению напряжений в элементах оборудования и критических скоростей вращения валов.

| № пп | Раздел дисциплины | Часы (о/оз) | Наименование лабораторной работы | Краткое содержание | Формируемые компетенции |
|--|--|-------------|--|---|---------------------------------|
| А. «МАХП, 1 часть» – Оборудование общего назначения | | | | | |
| 1 | Раздел 1. Теплообменная аппаратура | 1 | | | |
| 1.1 | | 1 | <i>Лаб. работа №1. Температурные напряжения в теплообменнике жесткой конструкции</i> | Экспериментально определить осевые напряжения в кожухе и трубках теплообменника жесткой конструкции от разности температур корпуса и трубок и сравнить их с расчетными. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 2 | Раздел 2. Колонная массообменная аппаратура | 2 | | | |

| | | | | | |
|-----|--|-----|--|---|--|
| 2.1 | | 0,4 | <i>Лаб. работа №2. Исследование гидродинамических характеристик насадочных колонн</i> | Экспериментально определить гидравлическое сопротивление различных видов насадок при изменении нагрузок по жидкости и газу. Сравнить полученные значения коэффициентов сопротивления с расчетными. | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 2.2 | | 0,4 | <i>Лаб. работа №3. Исследование гидродинамических характеристик противоточных контактных устройств</i> | На лабораторном стенде экспериментально изучить характер изменения гидравлического сопротивления противоточных барботажных контактных элементов тарелок от нагрузок по жидкости и газу. Сравнить полученные данные с расчетными значениями коэффициентов сопротивления. | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 2.3 | | 0,4 | <i>Лаб. работа №4. Исследование гидродинамических характеристик прямоточных контактных устройств</i> | Экспериментально изучить гидравлическое сопротивление прямоточных контактных элементов от скорости и нагрузок по жидкости и газу. Сравнить полученные значения коэффициентов сопротивления с расчетными и с показателями других видов тарелок. | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 2.4 | | 0,4 | <i>Лаб. работа №5. Исследование вихревого скруббера для очистки воздуха</i> | На экспериментальном вихревом аппарате исследовать влияние скорости газа и расхода жидкости на эффективность его работы. По заданной программе на ЭВМ рассчитать оптимальные размеры аппарата, эффективность разделения и сравнить их с экспериментальными значениями. Провести сравнение показателей вихревого скруббера с известными типами пылеочистного оборудования. | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 2.5 | | 0,4 | <i>Лаб. работа №6. Исследование характеристик ротационного массообменного аппарата</i> | На лабораторной модели ротационного аппарата изучить устройство, принцип действия, методику монтажа и регулирования основных конструктивных элементов аппарата. Провести сравнение показателей ротационного аппарата с | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |

| | | | | | |
|---|---|----------|---|---|--|
| | | | | классическими тарельчатыми или насадочными аппаратами. | |
| 3 | <u>Раздел 3. Химические реакторы</u> | 1 | | | |
| 3.1 | | 0,5 | <i>Лаб. работа №7. Исследование перемешивающих устройств жидкостных реакторов</i> | На модели реактора с мешалками различных типов произвести измерение потерь мощности на перемешивание при различных значениях частоты вращения, диаметров и типов мешалок. Сравнить полученные данные с расчетными значениями потерь мощности. | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 3.2 | | 0,5 | <i>Лаб. работа №8. Исследование гидродинамики одиночных капель в жидкой среде</i> | На экспериментальном стенде изучить скорость осаждения капель жидкости с различными диаметрами, движущихся в жидкой среде. Определить режим движения, рассчитать теоретическую скорость осаждения, сравнить ее с экспериментальными значениями. | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| Всего «МАХП, 1 часть» (А) | | 4 | | | |
| Б. «МАХП, 2 часть» – Оборудование специального назначения (7/9 семестры) | | | | | |
| 4 | <u>Раздел 4. Оборудование для фильтрации химических материалов</u> | 2 | | | |
| 4.1 | | 2 | <i>Лаб. работа № 1. Гидродинамические и массообменные характеристики барботажных контактных устройств.</i> | На экспериментальном стенде провести исследования гидравлического сопротивления различных конструкций классических барботажных контактных устройств и сравнить их с теоретическими | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 5. | <u>Раздел 5. Центрифуги в химической промышленности</u> | 2 | | | |
| 5.1 | | 2 | <i>Лаб. работа № 2. Разборка и центровка центробежного насосного агрегата для подачи суспензии в центрифугу</i> | На стенде провести разборку и сборку насосного агрегата и провести центрирование вала двигателя и насосов. | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 6. | <u>Раздел 6. Уплотнения вращающихся валов</u> | 2 | | | |

| | | | | | |
|----------------------------------|---|----------|--|---|--|
| 6.1 | | 1 | <i>Лаб. работа № 3. Исследование герметичности контактных уплотнительных устройств</i> | <i>На лабораторном стенде провести исследование сравнительных характеристик различных конструкций контактных уплотнений</i> | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 6.2 | | 1 | <i>Лаб. работа № 4. Исследование герметичности бесконтактных уплотнительных устройств</i> | <i>На лабораторном стенде провести экспериментальное исследование сравнительных характеристик бесконтактных целевых и винтоканавочных уплотнений.</i> | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| | Раздел 7. Монтаж и ремонт химического оборудования и трубопроводов | 2 | | | |
| 7.1 | | 2 | <i>Лаб. работа № 5. Монтаж и регулировка колпачковых и клапанных контактных устройств колонных массообменных аппаратов</i> | <i>На макете тарельчатых противоточных колонных аппаратов провести разборку, сборку и регулирование параметров колпачковых и клапанных тарелок.</i> | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| Всего «МАХП, 2 часть» (Б) | | 8 | | | |

8. Самостоятельная работа

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу | Часы (о/оз) | Форма СР | Формируемые компетенции |
|--|---|-------------|--|--|
| А. «МАХП, 1 часть» – Оборудование общего назначения | | | | |
| 1 | Раздел 1. Теплообменная аппаратура | 26 | | |
| 1.1 | <i>Тема 1.3. Конструктивное исполнение основных элементов кожухотрубчатых теплообменников</i> | 13 | <i>Самостоятельное изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Выполнение домашней работы. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Подготовка реферата.</i> | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 1.2 | <i>Тема 1.4. Методы интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах</i> | 13 | <i>Изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Выполнение домашней работы; Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам</i> | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 2 | Раздел 2. Колонная массообменная аппаратура | 28 | | |
| 2.1 | <i>Тема 2.3. Насадочные колонные массообменные аппараты</i> | 7 | <i>Изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Выполнение домашней работы. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам.</i> | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |
| 2.2 | <i>Тема 2.4. Тарельчатые колонные массообмен-</i> | 7 | <i>Изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Выполнение до-</i> | <i>ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3</i> |

| | | | | |
|---|--|-----------|--|---------------------------------|
| | ные аппараты и их характеристики | | машиной работы. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Подготовка реферата. | |
| 2.3 | Тема 2.5. Барботажные противоточные и струйные тарелки с направленным движением потоков с переливами | 7 | Изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Выполнение домашней работы. Оформление отчетов по лабораторным работам. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 2.4 | Тема 2.6. Специальные виды тарелок с дополнительной интенсификацией процесса контактирования фаз | 7 | Изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Выполнение домашней работы. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Подготовка реферата. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 3 | Раздел 3. Химические реакторы | 26 | | |
| 3.1 | Тема 3.1. Основные понятия, классификация и элементы кинетики химических реакций | 13 | Изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Выполнение домашней работы. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 3.2 | Тема 3.2. Назначение, классификация и конструктивное оформление химических реакторов | 13 | Изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Выполнение домашней работы. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Подготовка реферата. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| Всего «МАХП, 1 часть» (А) | | 80 | | |
| Б. «МАХП, 2 часть» – Оборудование специального назначения (7/9 семестры) | | | | |
| 4. | Раздел 4. Оборудование для фильтрования химических материалов | 55 | | |
| 4.1 | Тема 4.1. Назначение и классификация фильтров. Фильтры для разделения жидкостей | 27 | Самостоятельное изучение теоретического материала, не рассмотренного на лекциях. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Выполнение курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 4.2. | Тема 4.2. Конструкции фильтров | 28 | Самостоятельное изучение теоретического материала, не рассмотренного на лекциях. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Подготовка доклада. Выполнение курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 5. | Раздел 5. Центрифуги в химической промышленности | 55 | | |
| 5.1 | Тема 5.2. Основные закономерности центробежного фильтрования | 18 | Самостоятельное изучение теоретического материала, не рассмотренного на лекциях. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Выполнение курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |

| | | | | |
|----------------------------------|---|------------|---|---------------------------------|
| 5.2 | <u>Тема 5.3.</u> Конструкции промышленных центрифуг. | 19 | Самостоятельное изучение теоретического материала, не рассмотренного на лекциях. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Выполнение курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 5.3 | <u>Тема 5.4.</u> Прочность и динамика роторов центрифуг | 18 | Самостоятельное изучение теоретического материала, не рассмотренного на лекциях. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Подготовка доклада. Выполнение курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 6. | <u>Раздел 6.</u> Уплотнения вращающихся валов | 55 | | |
| 6.1 | <u>Тема 6.2.</u> Бесконтактные уплотнительные устройства | 27 | Самостоятельное изучение теоретического материала, не рассмотренного на лекциях. Оформление контрольной работы. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Выполнение курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 6.2 | <u>Тема 6.3.</u> Контактные уплотнительные устройства | 28 | Самостоятельное изучение теоретического материала, не рассмотренного на лекциях. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Подготовка доклада. Выполнение курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 7. | <u>Раздел 7.</u> Монтаж и ремонт химического оборудования и трубопроводов | 54 | | |
| 7.1 | <u>Тема 7.1.</u> Назначение и классификация промышленных трубопроводов | 27 | Самостоятельное изучение теоретического материала, не рассмотренного на лекциях. Оформление контрольной работы. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Выполнение курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 7.2 | <u>Тема 7.2.</u> Основы монтажных и ремонтных работ на предприятиях химической промышленности | 27 | Самостоятельное изучение теоретического материала, не рассмотренного на лекциях. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Подготовка доклада. Выполнение курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| Всего «МАХП, 2 часть» (Б) | | 219 | | |

8.1 Контроль самостоятельной работы

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу | Часы (о/оз) | Форма СР | Формируемые компетенции |
|---|---|-------------|--|---------------------------------|
| А. «МАХП, 1 часть» – Оборудование общего назначения (6/8 семестры) | | | | |
| 1 | <u>Раздел 1.</u> Теплообменная аппаратура | 3 | | |
| 1.1 | <u>Тема 1.3.</u> Конструктивное исполнение основных элементов кожухотрубчатых теплообменников | 1,5 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам. Сдача реферата. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 1.2 | <u>Тема 1.4.</u> Методы интенсификации теплообмена в теплообменных | 1,5 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |

| | | | | |
|---|--|-----------|---|---------------------------------|
| | аппаратах | | и практическим работам. Сдача реферата. | |
| 2 | Раздел 2. Колонная массообменная аппаратура | 4 | | |
| 2.1 | Тема 2.3. Насадочные колонные массообменные аппараты | 1 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 2.2 | Тема 2.4. Тарельчатые колонные массообменные аппараты и их характеристики | 1 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам. Сдача реферата. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 2.3 | Тема 2.5. Барботажные противоточные и струйные тарелки с направленным движением потоков с переливами | 1 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 2.4 | Тема 2.6. Специальные виды тарелок с дополнительной интенсификацией процесса контактирования фаз | 1 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам. Сдача реферата. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 3 | Раздел 3. Химические реакторы | 3 | | |
| 3.1 | Тема 3.1. Основные понятия, классификация и элементы кинетики химических реакций | 1,5 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 3.2 | Тема 3.2. Назначение, классификация и конструктивное оформление химических реакторов | 1,5 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам. Сдача реферата. | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| Всего «МАХП, 1 часть» (А) | | 10 | | |
| Б. «МАХП, 2 часть» – Оборудование специального назначения (7/9 семестры) | | | | |
| 4. | Раздел 4. Оборудование для фильтрации химических материалов | 1 | | |
| 4.1 | Тема 4.1. Назначение и классификация фильтров. Фильтры для разделения жидкостей | 0,5 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам Прием курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 4.2. | Тема 4.2. Конструкции фильтров | 0,5 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам Прием курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 5. | Раздел 5. Центрифуги в | 1 | | |

| | | | | |
|----------------------------------|---|----------|---|---------------------------------|
| | химической промышленности | | | |
| 5.1 | <u>Тема 5.2.</u> Основные закономерности центробежного фильтрования | 0,3 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам Прием курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 5.2 | <u>Тема 5.3.</u> Конструкции промышленных центрифуг. | 0,3 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам Прием курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 5.3 | <u>Тема 5.4.</u> Прочность и динамика роторов центрифуг | 0,4 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам Прием курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 6. | <u>Раздел 6. Уплотнения вращающихся валов</u> | 1 | | |
| 6.1 | <u>Тема 6.2.</u> Бесконтактные уплотнительные устройства | 0,5 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам Прием курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 6.2 | <u>Тема 6.3.</u> Контактные уплотнительные устройства | 0,5 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам Прием курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 7. | <u>Раздел 7. Монтаж и ремонт химического оборудования и трубопроводов</u> | 1 | | |
| 7.1 | <u>Тема 7.1.</u> Назначение и классификация промышленных трубопроводов | 0,5 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам Прием курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 7.2 | <u>Тема 7.2.</u> Основы монтажных и ремонтных работ на предприятиях химической промышленности | 0,5 | Проверка теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; Прием домашней работы. Прием отчетов по лабораторным и практическим работам Прием курсового проекта | ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3 |
| Всего «МАХП, 2 часть» (Б) | | 4 | | |

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Б1.В.10 Машины и аппараты химических производств» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего

и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины Б1.В.10 – «Машины и аппараты химических производств» производится в течение двух семестров, в течение которых обучающиеся выполняют лабораторные работы и практические занятия в различных объемах, в зависимости от формы обучения. После выполнения установленных учебным планом объемов практических и лабораторных работ и сдачи их ведущему преподавателю обучающимся предоставляются текущие рейтинги, по которым они получают (не получают) допуск к итоговому экзамену по дисциплине.

Оценка текущего рейтинга по дисциплине производится по фактическим итогам выполнения всех видов занятий, которые предусмотрены учебным планом по **табл. 9.1:**

- Лабораторные работы;
- Практические занятия;
- Реферативная работа (по заданию преподавателя).

Табл. 9.1. Шкала оценки текущего рейтинга

| Виды занятий | Характер выполненной работы и рекомендуемые баллы $R_{тек}$ | | | | | |
|----------------------|---|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Выполнены без ошибок и в срок | Выполнены в указанный срок | Сданы с первым исправлением | Сданы со вторым исправлением | Выполнены с опозданием | Поощрительный балл |
| Лабораторные работы | 60 | 50 ... 55 | 45 ... 55 | 36 ... 45 | – 6 | +(2 ... 10) |
| Практические занятия | 60 | 50 ... 55 | 45 ... 55 | 36 ... 40 | – 6 | +(2 ... 10) |
| Написание рефератов | 60 | 60 | 55 | 55 | – (6 ... 10) | +(6 ... 10) |

Суммарный текущий рейтинг по всей дисциплине берется как среднее арифметическое значение по видам занятий и с учетом характера их выполнения и сдачи студентом (столбцы 1 – 4), баллы по 4 и 5 столбцам суммируются со средним значением по строке. Максимальное число баллов не должна превышать 60, при числе баллов менее 36 студент не получает допуска к экзамену.

Оценка экзаменационного рейтинга производится с учетом следующих факторов по **табл. 9.2.**

Табл. 9.2. Шкала оценки экзаменационного рейтинга:

| Вопросы экзаменационного билета | Характеристики ответов и рекомендуемые баллы | | | |
|---------------------------------|--|---------------------|-----------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | Ответ полный | Ответ поверхностный | Дополнительный вопрос | Поощрительный балл |
| Вопрос 1 | 38...40 | 20...24 | $\pm (2...4)$ | 2...6 |
| Вопрос 2 | 38...40 | 20...24 | $\pm (2...4)$ | 2...6 |

| | | | | |
|-------------|---------|---------|---------------|-------|
| Вопрос 3 | 38...40 | 20...24 | $\pm (2...4)$ | 2...6 |
|-------------|---------|---------|---------------|-------|

Экзаменационный рейтинг по каждому вопросу определяется с учетом характера ответа (столбцы 1 и 2) и суммированием или вычитанием дополнительных баллов по столбцам 3 и 4. Количество дополнительных вопросов устанавливается преподавателем в ходе ответа. Итоговый (суммарный) экзаменационный рейтинг берется как среднее арифметическое по трем вопросам.

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

| Основные источники информации | Кол-во экз. |
|---|---|
| 1 Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс]: Учебник / И. И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский, А.А. Хоменко. – 3-е изд. в электрон. варианте. – Казань: КНИТУ, 2014. – Режим доступа: http://www.kstu.ru/article.jsp?id=1821&id_e=52135 , свободный. | Режим доступа: http://www.kstu.ru/article.jsp?id=1821&id_e=52135 |
| 2 Закиров, М.А. Машины и аппараты нефтегазопереработки. Часть 2: учеб. пособие/ М.А. Закиров, Э.В. Осипов. - Нижнекамск: НХТИ, 2016. - 155 с. | 40 экз. на кафедре |

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| Дополнительные источники информации | Кол-во экз. |
|--|--------------------|
|--|--------------------|

| | |
|---|--------------------|
| Гильманов, Х.Х. Машины и аппараты химических производств и нефте-газопереработки: Учебное пособие/ Сост.: Х.Х. Гильманов, М.А. Закиров. – Нижнекамск: НХТИ, 2013.– 128 с. – 80 экз. (УНИЦ НХТИ) | 80 экз. на кафедре |
| Закиров, М.А. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты. Ч.2: Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию./ Сост.: М.А. Закиров, М.Г. Гарипов, Х.Х. Гильманов: – Нижнекамск: НХТИ, 2012.– 44 с. – 19 экз. (УНИЦ НХТИ). | 19 экз. на кафедре |

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» использование электронных источников информации:

1. ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Федеральный портал «Российское образование» - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>
3. Федеральный центр информационно- образовательных ресурсов - Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение». Сайт журнала «Химическое и нефтегазовое машиностроение». – Доступ свободный: <http://www.himnef.ru/>

2. Журнал «Машиностроение и инженерное образование». Сайт журнала «Машиностроение и инженерное образование». – Доступ свободный: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=4088>

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



Тарасова В.Я.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Стенд № 1. «Вихревой массообменный аппарат» – 1 шт.,

2. Стенд №2. “Насадочная колонна” – 1 шт.,
3. Стенд № 3. “Противоточные контактные массообменные устройства” – 1 шт.,
4. Макет «Монтаж колонны двумя кранами» – 1 шт.,
5. Стенд № 4. “Прямоточные контактные массообменные устройства” – 1 шт.,
6. Стенд № 5. “Исследование гидродинамики одиночных капель” – 1 шт.,
7. Стенд № 6. “Реактор с мешалкой” – 1 шт.,
8. Стенд № 7. “Ротационный массообменный аппарат (центробежный)” – 1 шт.,
9. Стенд № 8. “Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках” – 1 шт.,
10. Стенд № 9. “Кожухотрубчатый теплообменник” – 1 шт.,
11. Стенд № 10. “Уплотнительные устройства вращающихся валов” – 1 шт.,
12. Стенд №11. “Центровка насосных установок” – 1 шт.;
13. Секция клапанной тарелки типа ТКП – 1 шт.,
14. Секция колпачковой тарелки типа ТСК – 1 шт.,
15. Стенд №12. “Монтаж колонны выжимным способом” – 1 шт.,
16. Стенд №13. “Монтаж колонны порталным краном ” – 1 шт.;
17. Стенд № 14. «Монтаж колонны двумя кранами» – 1 шт.;
18. Макет ректификационной колонны – 1 шт.

техническими средствами обучения:

1. Оверхэд-проектор,
2. Рулонный настенный экран .

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду НХТИ. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли»:

1. Windows XP
2. Microsoft Office 2007
3. Антивирус Касперского

13. Образовательные технологии

Количество занятий для очной формы обучения 36, для очно-заочной 18 часов, проводимых в интерактивных формах.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- работа в малых группах;
- дискуссия;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- системы дистанционного обучения;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций).