

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

И.о. директора НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева



Рабочая программа дисциплины

Технологические машины и оборудование химических производств

Уровень высшего образования Бакалавриат

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Направленность (профиль) подготовки «Машины и аппараты химических производств»

Квалификация выпускника Бакалавр

(бакалавр, магистр, дипломированный специалист)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная и др.)

Год начала подготовки 2017

г. Новомосковск – 2017г.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2015 г. № 1170.

Разработчик (ки):

НИ РХТУ
(место работы)

к.т.н., доцент

(подпись)

/Каменский М.Н./

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Оборудование химических производств

Протокол № 10 от 20.06 2017 г

Зав.кафедрой,

д.т.н., профессор

(подпись)

/Сафонов Б.П./

Эксперт:

АО НАК «АЗОТ»
(место работы)

начальник ПКО

(занимаемая должность)

/Орабио А.А./

Рабочая программа согласована с деканом Энерго-механического факультета

Декан факультета, д.т.н., доцент

(подпись)

/Логачева В.М./

«21» 06 2017г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением НИ РХТУ

Руководитель, д.х.н., профессор

(подпись)

/Кизим Н.Ф./

«21» 06 2017г

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалиста, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 N 301;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) (ФГОС-3+) по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2015 г. № 1170. (далее – стандарт);

Нормативно-методические документы Минобрнауки России;

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее Институт).

Область применения программы

Программа дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2015 г. № 1170.

2. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является обеспечение базовой подготовки студентов в области изучения конструкций и принципов работы оборудования химических производств.

Задачи преподавания дисциплины:

- приобретение знаний в области влияния технологических параметров на производительность оборудования и качество продуктов;
- формирование навыков безопасного ведения процессов;
- формирование и развитие умений анализировать результаты воздействия перерабатываемых веществ на стойкость материалов, из которых изготовлено оборудование;
- приобретение и формирование навыков изучения действующего оборудования, проектирование и изготовление нового.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина Б1.В.10 Технологические машины и оборудование химических производств относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули). Является обязательной для освоения в 7 и 8 семестрах, на 4 курсе.

Дисциплина базируется на курсах циклов естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: «Инженерная и компьютерная графика», «Конструирование и расчет элементов оборудования», «Сопrotивление материалов», «Материаловедение» и является основой для последующих для выполнения ВКР.

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ДОСТИЖЕНИЕ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей профессиональных компетенций:

Код компетенции	Содержание компетенции (результаты освоения ООП)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-9	готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - схемы взаимодействия производств в системе предприятия <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструировать и эксплуатировать технологическое оборудование химических производств <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техническими средствами контроля работоспособности оборудования
ПК-1	способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы производства основной продукции отрасли <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять все необходимые расчеты, выбирать конструкционные материалы для изготовления оборудования <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методиками расчета оборудования
ПК-6	способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устройство и принцип работы типового оборудования отрасли <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать проведение монтажа и испытания оборудования <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - справочным материалом по типовому оборудованию
ПК-8	умение проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий (ПК-8);	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - порядок проведения патентных исследований <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять показатели технического уровня проектируемых изделий <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методиками обеспечения патентной чистоты новых проектных решений
ПК-12	способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - влияние различных факторов на работу оборудования в оптимальных режимах <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать условия работы оборудования с целью последующей реконструкции и модернизации <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современными методами проектирования, расчёта и исследования технологического оборудования
ПК-13	умение проверять техническое	<p>Знать:</p>

	состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования	- методы оценки работоспособности и долговечности машин и оборудования Уметь: - проектировать конструкции машин и аппаратов химических производств с применением персональных компьютеров Владеть: - навыками самостоятельного принятия решений при ремонтах оборудования
ПК-15	умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	Знать: - каталоги технологического и вспомогательного оборудования для выбора готовых машин и аппаратов Уметь: - выбирать стандартное (типовое) и вспомогательное оборудование для конкретных производственных условий Владеть: - рациональными приемами поиска и использования технической информации

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 396 ак.час. или 11 зачетных единиц (з.е).
1 з.е. равна 27 астрономическим часам или 36 академическим часам

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Семестры ак. час	
		7	8
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	179	105	73,3
В том числе:	-	-	
Лекции	92	60	32
Практические занятия (ПЗ)	44	30	14
Семинары (С)	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	40	14	26
Консультации	2	1	1
Самостоятельная работа (всего)	146	75	71
В том числе:	-	-	-
Курсовой проект	50	-	50
Реферат	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>			
Проработка лекционного материала	25	20	5
Подготовка к лабораторным занятиям	20	14	6
Подготовка к практическим занятиям	22	17	5
Подготовка к контрольным пунктам (Кр-контрольная работа)	29	24	5
Вид аттестации (зачет, экзамен, КП)+КЭ	71,4+0,6	35,7+0,3	35,7+0,3
Общая трудоемкость, час	396	216	180
з.е.	11	6	5

5.2. Разделы (модули) дисциплины, виды занятий и формируемые компетенции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции час.	Практ. занятия час.	Лаб. занятия час.	Формы текущего контроля**	СРС час.	Экз	Всего час.	Код формируемой компетенции
7 семестр									
1.	Оборудование массообменных процессов для системы газ(пар)-жидкость	10	6	-	-	10		26	ОК-9, ПК-1
2.	Оборудование массообменных процессов для системы газ(пар)-твердое тело; жидкость-твердое тело.	8	6	-	уо	10		24	ПК-12, ПК-15
3.	Оборудование массообменных процессов для системы жидкость-жидкость, жидкость-твердое тело.	6	-	-	уо	10		16	ПК-1, ПК-13, ПК-8
4.	Теплообменные аппараты. Классификация, области применения.	4	6	-	уо	10		20	ОК-9, ПК-6
5.	Теплообменные аппараты с трубчатой теплообменной поверхностью (кожухотрубчатые, змеевиковые, труба в трубе, оросительные, аппараты воздушного охлаждения, теплообменные аппараты с двойными трубками или с трубками Фильда).	8	-	7	уо	10		25	ПК-1, ПК-6
6.	Теплообменные аппараты с нетрубчатой теплообменной поверхностью (спиральные, пластинчатые, рубашечные, градирни)	8	-	-	КР	10		18	ОК-9, ПК-13, ПК-8
7.	Пылеулавливающие аппараты в химической промышленности (осадительные камеры, мокрые абсорберы, циклоны, тканевые фильтры, электрофильтры).	8	6	-	уо	10		24	ПК-1, ПК-15
8.	Измельчающие машины в химической промышленности	8	6	7	уо	5		26	ОК-9, ПК-15
	Экзамен + консультации + КЭ						35,7+1+0,3	37	ОК-9, ПК-1, ПК-6, ПК-8, ПК-12, ПК-13, ПК-15
	ВСЕГО:	60	30	14		75	37	216	
8 семестр									

1.	Реакторы в химической промышленности	16	4	14	-	23		57	ПК-1, ПК-6, ПК-8, ПК-15
2.	Колонны синтеза высокого давления	12	10	-	уо	25		47	ОК-9, ПК-12, ПК-8, ПК-13
3.	Элементы трубопроводов. Трубопроводная арматура.	4	-	12	уо	23		39	ОК-9, ПК-6, ПК-8, ПК-15
	Экзамен + консультации + КЭ						35,7+1+0,3	37	ОК-9, ПК-1, ПК-6, ПК-8, ПК-12, ПК-13, ПК-15
	ВСЕГО:	32	14	26	-	71	37	180	

* СРС – самостоятельная работа студента

** устный опрос (уо), тестирование (т), контрольная работа (кр)

5.3. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
7 семестр		
1.	Оборудование массообменных процессов для системы газ(пар)-жидкость (абсорбция, ректификация)	<p>Введение. Задачи курса. Общие требования к оборудованию химических производств. Типовое оборудование химических производств. Классификация, области применения. Массообменные аппараты для системы газ(пар)-жидкость. Емкостные и колонные аппараты. Колонны массообменные насадочные аппараты. Регулярная и нерегулярная массообменная насадка. Характеристика насадки, области применения. Пристеночный эффект, конструктивные способы устранения. Основные элементы колонных массообменных аппаратов. Цилиндрические обечайки, способы изготовления, выбор конструкционных материалов. Днища, области применения. Устройство и назначение колосниковых решеток, оросительных устройств, перераспределительных тарелок, штуцеров, люков-лазов. Опоры колонных аппаратов. Устройство для сепарации газожидкостных потоков.</p> <p>Конструкции тарельчатых массообменных аппаратов. Конструкции массообменных тарелок, области применения, конструктивные особенности, узлы и детали. Требования к монтажу массообменных тарелок. Способы крепления и герметизации тарелок в аппаратах. Конструктивные расчеты тарельчатых и насадочных массообменных колонн для системы газ(пар)-жидкость. Нормативная документация.</p>
2.	Оборудование массообменных процессов для системы газ(пар)-твердое тело; жидкость-твердое тело (адсорбция)	<p>Оборудование адсорбционных процессов. Классификация промышленных адсорберов. Характеристика промышленных адсорбентов, области их применения. Влияние технологических параметров на поглощательные свойства адсорбентов, изотерма адсорбции. Конструкции адсорберов с неподвижным слоем адсорбента (вертикальный, горизонтальный, кольцевой). Конструктивные элементы, узлы, детали. Особенности эксплуатации адсорберов с неподвижным слоем адсорбента в режимах адсорбции и регенерации (десорбции). Конструкции адсорберов с движущимся слоем адсорбента. Схема гипертрансорбера с движущимся гранулированным слоем адсорбента. Конструктивные элементы гипертрансорбера (конструкции питателей, распределительные тарелки, гидрозатвор, реактиватор др.). Система пневмотранспорта. Преимущества и недостатки адсорбера с движущимся слоем адсорбента.</p> <p>Конструкции адсорберов с псевдооживленным слоем адсорбента. Гидродинамика псевдооживленных слоев. Одноступенчатые и многоступенчатые адсорберы. Конструктивные элементы гипертрансорберов. Преимущества и недостатки адсорберов с псевдооживленным слоем адсорбента.</p>

3.	Оборудование массообменных процессов для системы жидкость-жидкость; жидкость-твердое тело (экстракция).	<p>Аппаратурное оформление экстракционных процессов. Классификация, особенности процесса. Аппараты с фиксированной поверхностью контакта фаз. Конструкции аппаратов без дополнительного снабжения энергии потокам (пленочные полочные экстракторы, насадочные и распылительные экстракционные колонны). Конструктивные элементы, особенности эксплуатации, преимущества и недостатки.</p> <p>Экстракционные аппараты с дополнительным сообщением энергии потокам. Центробежный пленочный экстрактор. Устройство, принцип работы, особенности эксплуатации. Конструкции экстракционных аппаратов с поверхностью контакта фаз, развиваемой движущимся потоком. Тарельчатые экстракционные колонны, роторно-дисковой экстрактор, экстрактор с вибрирующими тарелками. Пульсационные экстракционные колонны, ультразвуковые экстракторы. Конструктивные элементы, особенности устройства и эксплуатации. Конструкция наклонного пульсационного экстрактора. Конструктивный расчет экстракторов на примере распылительной экстракционной колонны.</p>
4	Теплообменные аппараты в химической промышленности.	Классификация теплообменного оборудования. Способы передачи тепловой энергии. Теплообмен в химической технологии. Принципы конструирования и выбора теплообменных устройств. Нормативная документация.
5	Теплообменные аппараты с трубчатой теплообменной поверхностью.	<p>Конструкции теплообменных аппаратов с трубчатой теплообменной поверхностью. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты жесткой конструкции (типа ТН). Конструктивные элементы, узлы, детали. Способы крепления труб в отверстиях трубных решеток. Многоходовость теплообменных аппаратов по трубному и межтрубному пространству. Конструкции кожухотрубчатых теплообменных аппаратов с компенсацией температурных деформаций (типа ТК, ТП, ТУ, с трубками Фильда). Конструкции теплообменных, оросительных, змеевиковых. Теплообменники типа «труба в трубе», аппараты воздушного охлаждения. Сравнительные характеристики теплообменных аппаратов с трубчатой теплообменной поверхностью. Особенности применения. Конструкции теплообменных аппаратов с наружными трубчатыми змеевиковыми нагревательными устройствами</p>
6.	Теплообменные аппараты с нетрубчатой теплообменной поверхностью.	<p>Конструкции спирального теплообменного аппарата. Способы герметизации каналов. Теплообменники со сквозными каналами, с тупиковыми каналами. Сравнение конструкций, преимущества и недостатки. Прокладочный материал. Конструкция пластинчатого теплообменника. Устройство пластины, материалы. Схемы движения теплоносителя, герметизация каналов, прокладочные материалы. Влияние гофрирования пластин на эффективность теплообмена. Конструкции рубашечных теплообменных аппаратов. Способы крепления рубашек, варианты сопряжения сосудов. Рубашки с «вмятинами», с приваркой спиралью. Градирни, назначение, устройство. Характеристика теплоносителей и хладагентов. Принципы конструирования, расчета и выбора теплообменных устройств.</p>
7.	Пылеулавливающие аппараты в химической промышленности.	<p>Конструкции пылеулавливающих аппаратов-установок с пылевидным псевдооживленным слоем катализатора или адсорбента. Характеристика, области применения, Устройство циклонов, принципы конструирования и расчета. Интенсификация процессов пылеулавливания, батарейные циклоны. Выносные пылеулавливающие аппараты. Конструкции пылеосадительных капф, пенных колонных аппаратов, электрофильтров, рукавных (тканевых) фильтров. Принципы конструирования, расчета и выбора. Конструктивные элементы, особенности эксплуатации, обозначение, области применения.</p>
8.	Измельчающие машины в химической промышленности.	<p>Классификация измельчающих машин. Способы и теоретические основы измельчения. Конструкции типичных представителей измельчителей раскалывающего и размывающего действия (щековая дробилка), раздавливающего действия (гладковалковая дробилка), ударного действия (молотковая дробилка), ударно-истирающего действия (вибрационная мельница). Конструктивные</p>

		элементы, особенности эксплуатации, преимущества и недостатки, области применения.
8 семестр		
1.	Реакторы в химической промышленности.	<p>Реакционные аппараты в химической промышленности. Классификация. Назначение, области применения. Общие требования к реакционным аппаратам. Конструкции реакторов для проведения реакций в газовой фазе под твердыми катализаторами. Реакторы с неподвижным слоем катализатора. Конструкции реакторов трубного типа: типа «труба в трубе». Каталитические реакторы с внутренним теплообменом. Высокотемпературные трубные каталитические реакторы с корпусом из огнеупорного материала. Конструкции трубных каталитических реакторов с корпусом из огнеупора на примере реактора для гидрирования циклогексанола в циклогексанон в производстве капролактама и реактора для дегидрирования этилбензола в стирол. Конструктивные элементы, тепловые режимы, конструкционные материалы, огнеупоры. Особенности эксплуатации.</p> <p>Конструкции каталитических кожухотрубных реакторов. Кожухотрубные реакторы для проведения экзотермических, эндотермических и быстрочередующихся реакций. Конструктивные элементы, устройство, особенности эксплуатации. Преимущества и недостатки трубных реакторов.</p> <p>Адиабатические реакторы. Классификация. Условия теплообмена, источники тепловой энергии. Области применения. Реакторы с предварительным перегревом исходной смеси. Конструкции реакторов адиабатического типа с предварительным перегревом исходной смеси на примере реактора для дегидрирования <i>n</i>-бутиленов и синтеза формальдегида. Тепловые потоки, источники тепла. Конструктивные элементы, узлы, материалы, особенности эксплуатации. Конструкции распределителей газовых потоков, оросительных устройств.</p> <p>Реакторы с предварительным перегревом катализатора или насадки. Области применения, тепловые потоки. Конструкция контактной печи с перегревом катализатора для синтеза бутадиена из этилового спирта. Конструктивные элементы, узлы, особенности эксплуатации.</p> <p>Реакторы с вводом байпасного нагретого или охлажденного сырья (секционированные реакторы). Устройство и принцип работы секционированных реакторов на примере реактора для гидрирования уксусного альдегида. Тепловые потоки в условиях осуществления эндотермических и экзотермических реакций. Конструкции секционированных реакторов для разложения диметилдиоксиана и парофазной гидратации ацетилен. Основные конструктивные элементы, материалы. Реакторы с движущим слоем гранулированного катализатора. Схемы установок с движущимся гранулированным слоем катализатора с горизонтальным и вертикальным взаимным расположением реактора и регенератора. Конструкции реактора, регенератора, системы пневмотранспорта. Реакторы с псевдооживленным слоем катализатора. Преимущества и недостатки псевдооживленных систем. Установка для дегидрирования бутана в бутилены в псевдооживленном слое катализатора. Работа установки. Конструкции реактора, регенератора, десорбера и пневмотранспорта. Встроенные пылеулавливающие устройства. Особенности эксплуатации, конструкционные материалы, теплоизоляция.</p> <p>Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над жидким катализатором. Классификация. Особенности конструкций реакторов для процессов, протекающих в кинетической и диффузионной областях. Конструкции реакторов с перемешивающими устройствами, с механическим распыливанием жидкости. Устройство и принцип работы реакционных аппаратов колонного типа с насадкой или тарелками, барбатажного и пенного типов.</p> <p>Конструкции реакторов пленочного типа. Классификация</p>

		<p>реакторов, области применения. Реакторы со стекающей и восходящей пленкой. Конструктивное исполнение реакторов со стекающей пленкой. Области применения реакторов с трубчатой и пластинчатой контактными поверхностями. Конструкции распределительных устройств реакторов (с 2-х ярусным перераспределением жидкости, с кольцевым коллектором, с вводом жидкости через центральный патрубок). Способы образования пленки на реакционной поверхности, типы оросительных устройств (переливные, щелевые, разбрызгивающие, капиллярные, струйные). Основы гидродинамики стекающей и восходящей пленки. Пленочные реакторы с 2-х фазным закрученным потоком. Назначение и преимущества подкрутки газожидкостного потока в пленочных реакторах. Конструкции закручивающих устройств (завихрителей). Роторно-пленочные реакторы вертикального и горизонтального типов. Конструкции роторов жесткого, шарнирного и маятникового типов, области применения. Конструкции уплотнений, вращающихся валов, концевых (опорных) подшипников.</p> <p>Реакторы типа эрлифта. Характеристика эрлифта как способа подъема и перемещения жидкости при помощи газового потока. Области применения реакторов типа эрлифта. Конструктивные особенности реакторов типа эрлифта на примере реакторов для многоступенчатого жидкофазного окисления при получении гидроперекиси фтор-бутил-бензола. Устройство реактора, конструктивные элементы. Реакторы для проведения реакции в жидкой фазе и эмульсиях. Классификация реакторов. Характерные особенности реакций в жидкой фазе и эмульсиях. Конструкции реакторов идеального смешения с перемешивающими устройствами, с циркулирующей жидкости диффузорного типа. Способы подвара и отвара тепла реакции. Конструктивные элементы, узлы, материалы. Реакторы идеального вытеснения. Конструкции реакторов проточного типа. Области применения, сравнительный анализ конструкций.</p>
2.	Колонны синтеза высокого давления.	<p>Конструкции колонны синтеза в производстве аммиака (каталитический полочный реактор с внутренним теплообменом). Краткое описание технологии получения синтетического аммиака. Технологические параметры отделения синтеза. Устройство колонны синтеза, конструктивные элементы, узлы, материалы. Характеристика катализатора. Особенности эксплуатации. Конструкция колонны синтеза в производстве метанола (каталитический секционированный полочный реактор) с вводом байпасного холодного сырья). Описание технологической схемы производства метанола. Устройство и принцип работы колонны синтеза. Конструктивные элементы, узлы, материалы. Конструкция колонны синтеза в производстве карбамида (секционированный реактор). Особенности конструирования аппаратов высокого давления. Конструктивные элементы (тарелки, двухконусный обтюратор, шпильки высокого давления). Конструкционные материалы для изготовления обечайки, днищ, тарелок, опоры).</p>
3.	Элементы трубопроводов. Трубопроводная арматура.	<p>Трубопроводы в химической промышленности. Устройство, назначение, способы изготовления, области применения, обозначение. Трубопроводы на чертежах и схемах. Элементы трубопроводов (отводы, переходы, тройники, муфты). Соединение трубопроводов. Конструкции фланцев, типы уплотнительных поверхностей. Крепежные детали, прокладочные материалы.</p> <p>Трубопроводная арматура в химической промышленности. Классификация, назначение, сравнительный анализ, области применения. Обозначение трубопроводной арматуры на чертежах и монтажно-технологических схемах. Конструктивные особенности трубопроводной арматуры (вентили, клапаны, задвижки, краны, заслонки). Выбор трубопроводной арматуры, нормативная документация, каталоги.</p>

5.4. Тематический план практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Формы текущего контроля	Трудоемкость час.	Код формируемой компетенции
7 семестр					
1	1	Гидравлические испытания сосудов и аппаратов.	Контрольный опрос	6	ОК-9, ПК-1
2	2	Массообменные элементы тарельчатых колонных аппаратов. Конструкции массообменных тарелок, принципы выбора и расчета.	Контрольный опрос	6	ПК-12, ПК-15
3	4	Кожухотрубчатые теплообменные аппараты. Принципы выбора, конструктивный расчет теплообменника.	Оценка решения ситуационных задач	6	ОК-9, ПК-6
4	7	Особенности эксплуатации пылеулавливающих аппаратов	Оценка решения ситуационных задач	6	ПК-1, ПК-15
5	8	Расчет щековых дробилок с определением основных показателей работы и конструктивных размеров.	Контрольный опрос	6	ОК-9, ПК-15
8 семестр					
1	1	Расчет реакторов для системы газ-жидкий катализатор. Расчет реакторов для системы газ-твердый катализатор.	Контрольный опрос	4	ПК-1, ПК-6, ПК-8, ПК-15
2	2	Особенности устройства и эксплуатации аппаратов высокого давления.	Оценка решения ситуационных задач	10	ОК-9, ПК-8, ПК-12, ПК-13

5.5. Тематический план лабораторных работ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость час.	Форма контроля	Код формируемой компетенции
7 семестр					
1.	5	Теплообменные аппараты. Кожухотрубчатые теплообменники.	7	Отчет Защита	ПК-1, ПК-6
2.	8	Измельчающие машины.	7	Отчет Защита	ОК-9, ПК-15
8 семестр					
1	1	Реакторы. Аппараты с рубашкой и перемешивающими устройствами.	14	Отчет Защита	ПК-1, ПК-6, ПК-8, ПК-15
2	3	Элементы трубопроводов. Трубопроводная арматура.	12	Отчет Защита	ОК-9, ПК-6, ПК-8, ПК-15

5.6. Курсовые проекты

Тематика курсовых проектов представлена в Приложении 3

5.7. Внеаудиторная СРС

Внеаудиторная СРС направлена на поиск информации в ЭОС и ее использовании при выполнении домашнего задания, являющегося расчетом тех же параметров, что и при контактной работе, но при других условиях.

Перечень индивидуальных заданий приведен в Приложении 3.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Текущий контроль успеваемости, обеспечивающий оценивание хода освоения дисциплины

Для оценивания результатов обучения в виде знаний текущий контроль организуется в формах:

- устного опроса (фронтальной беседы, индивидуального опроса);
- проверки письменных заданий (КР);

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков (владений) текущий контроль организуется в формах:

- проверки письменных заданий (решения простых и/или сложных практико-ориентированных заданий); простые задания используются для оценки умений. Они представляют собой задачи в одно или два действия. Сложные задания используются для оценки навыков. Они представляют собой вычислительный эксперимент по определению тех параметров, которые рассчитывались в лабораторных работах, но в нестандартных условиях;
- проверки подготовки необходимых данных для расчета одного или нескольких параметров, определяемых в лабораторных работах, но в условиях отличных от заданных ранее;
- проверки правильности прогнозирования влияния фактора на равновесный выход продукта, варьируемого в заданных пределах.

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача отчетов к лабораторным работам и домашних заданий.

Критерии для оценивания устного опроса

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета и экзамена.

Результаты текущей и промежуточной аттестации каждого обучающегося по дисциплине фиксируются в электронной информационно-образовательной среде Института в соответствии с требованиями Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

6.1 Система оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Описание показателей и критериев оценивания сформированности части компетенции по дисциплине

Перечень компетенций	Этапы формирования компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
----------------------	--------------------------------	-----------------------	---------------------

<p>- готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-9);</p> <p>- способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки (ПК-1);</p> <p>- способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам технического условиям и другим нормативным документам (ПК-6);</p> <p>- умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий (ПК-8);</p> <p>- способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции (ПК-12);</p> <p>- умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования (ПК-13);</p> <p>- умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин (ПК-15).</p>	<p>Формирование знаний</p>	<p>Сформированность знаний (полнота, глубина, осознанность)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - схемы взаимодействия производств в системе предприятия; - технологические процессы производства основной продукции отрасли; - устройство и принцип работы типового оборудования отрасли; - порядок проведения патентных исследований; - влияние различных факторов на работу оборудования в оптимальных режимах; - методы оценки работоспособности и долговечности машин и оборудования; - каталоги технологического и вспомогательного оборудования для выбора готовых машин и аппаратов.
<p>- способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции (ПК-12);</p> <p>- умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования (ПК-13);</p> <p>- умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин (ПК-15).</p>	<p>Формирование умений</p>	<p>Сформированность умений (прочность, последовательность, правильность, результативность, рефлексивность)</p>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструировать и эксплуатировать технологическое оборудование химических производств; - выполнять все необходимые расчеты, выбирать конструкционные материалы для изготовления оборудования; - организовывать проведение монтажа и испытания оборудования; - определять показатели технического уровня проектируемых изделий; - анализировать условия работы оборудования с целью последующей реконструкции и модернизации; - проектировать конструкции машин и аппаратов химических производств с применением персональных компьютеров; - выбирать стандартное (типовое) и вспомогательное оборудование для конкретных производственных условий.
<p>- способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции (ПК-12);</p> <p>- умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования (ПК-13);</p> <p>- умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин (ПК-15).</p>	<p>Формирование навыков и (или) опыта деятельности</p>	<p>Сформированность навыков и (или) опыта деятельности (качественность, скорость, автоматизм, редуцированность действий)</p>	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техническими средствами контроля работоспособности оборудования; - методиками расчета оборудования; - справочным материалом по типовому оборудованию; - методиками обеспечения патентной чистоты новых проектных решений; - современными методами проектирования, расчёта и исследования технологического оборудования; - навыками самостоятельного принятия решений при ремонтах оборудования; - рациональными приемами поиска и использования технической информации.

6.2. Цель контроля, вид контроля и условия достижения цели контроля

Цель контроля	Постановка задания	Вид контроля	Условие достижения цели контроля
Выявление уровня знаний, умений, овладения навыками по дисциплине	Задания ставятся в соответствии с алгоритмом действий, лежащих в основе знаний, умения, овладения навыками	Текущий Оценивание достижения планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы	Цель контроля достигается при выполнении обучающимися соответствующих заданий требующих действий, контрольных задач, упражнений

Пример задания для оценки уровня сформированности части компетенции по дисциплине

1. Цель и задачи гидравлических испытаний. Объекты, подвергающиеся гидравлическим испытаниям, сроки испытаний.
2. Способы крепления рубашек.
3. Многоходовость теплообменников по трубному и межтрубному пространствам.

6.3. Шкала оценки и критерии уровня сформированности компетенций по дисциплине при текущей аттестации

Компетенция	Показатели текущего контроля	Уровень сформированности компетенции		
		высокий	пороговый	не сформирована
- готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-9);	выполнение лабораторных работ	в полном объеме с оценкой* «отлично» или «хорошо».	в полном объеме с оценкой «удовлетворительно»	не выполнены в полном объеме ко времени контроля
	уо	с оценкой «отлично» или «хорошо».	с оценкой «удовлетворительно»	с оценкой «неудовлетворительно»
- способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки (ПК-1);	уровень использования дополнительной литературы	использует самостоятельно	по указанию преподавателя	с помощью преподавателя
- способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-6);				
- умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий (ПК-8);				
- способность участвовать				

<p>в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции (ПК-12);</p> <p>- умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования (ПК-13);</p> <p>- умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин (ПК-15).</p>				
--	--	--	--	--

***Критерии оценивания**

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям: в ходе контрольных мероприятий студент показывает владение менее 50% приведенных показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений, навыков в соответствии с планируемыми результатами обучения.

6.4. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций при промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Компетенция	Показатели оценки (дескрипторы) и результаты достижения планируемых результатов обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции			
		высокий		пороговый	не сформирована
		оценка «отлично»	оценка «хорошо»	оценка «удовлетворительно»	оценка «неудовлетворительно»
	1. Уровень усвоения материала, предусмотренного программой. 2. Уровень выполнения заданий, предусмотренных программой. 3. Уровень изложения (культура речи, аргументированность, уверенность). 4. Уровень использования	Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	Демонстрирует понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.	Демонстрирует понимание проблемы. В основном требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Демонстрирует непонимание проблемы. Задания не выполнены

	<p>справочной литературы.</p> <p>5. Уровень раскрытия причинно-следственных связей.</p> <p>6. Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность.</p> <p>7. Ответственное отношение к работе, стремление к достижению высоких результатов, готовность к дискуссии.</p>				
<p>- готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-9);</p> <p>- способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки (ПК-1);</p> <p>- способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-6);</p> <p>- умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий (ПК-8);</p> <p>- способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции (ПК-12);</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - схемы взаимодействия производств в системе предприятия; - технологические процессы производства основной продукции отрасли; - устройство и принцип работы типового оборудования отрасли; - порядок проведения патентных исследований; - влияние различных факторов на работу оборудования в оптимальных режимах; - методы оценки работоспособности и долговечности машин и оборудования; - каталоги технологического и вспомогательного оборудования для выбора готовых машин и аппаратов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструировать и эксплуатировать технологическое оборудование химических производств; - выполнять все необходимые расчеты, выбирать конструкционные материалы для изготовления оборудования; - организовывать проведение монтажа и испытания оборудования; - определять показатели технического уровня проектируемых изделий; - анализировать условия работы оборудования с целью последующей реконструкции и модернизации; - проектировать конструкции машин и аппаратов химических производств с применением персональных компьютеров; - выбирать стандартное (типовое) и вспомогательное оборудование для конкретных производственных условий. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техническими средствами контроля работоспособности оборудования; - методиками расчета оборудования; - справочным материалом по типовому оборудованию; - методиками обеспечения патентной чистоты новых проектных решений; - современными методами проектирования, расчёта и исследования технологического оборудования; - навыками самостоятельного принятия решений при ремонтах оборудования; - рациональными приемами поиска и использования технической информации. 	<p><i>Полные ответы на все теоретические вопросы теста. Практические задания выполнены в полном объеме. Получены правильные значения всех расчетных (определяемых) величин.</i></p>	<p><i>Ответы по существу на все теоретические вопросы теста. Практически выполнены. Допущена неточность в расчете (определении) расчетной величины.</i></p>	<p><i>Ответы по существу на все теоретические вопросы теста, но не имеется доказательств, выводов, обоснований. Намечены схемы решения предложенных практических заданий</i></p>	<p><i>Ответы менее чем на половину теоретических вопросов теста. Решение практических заданий не предложено</i></p>

<p>- умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования (ПК-13);</p> <p>- умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин (ПК-15).</p>					
---	--	--	--	--	--

6.5. Оценочные материалы для текущего контроля

Форма задания:

1. На какие объекты распространяются действия Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной
 - 2.1. В каких случаях проводятся гидравлические испытания?
 - 2.2. Определение пробного $P_{пр}$ при гидравлических испытаниях.
 - 2.3. Выбор температуры воды для гидравлических испытаниях.
 - 2.4. Определение времени выдержки под пробным давлением сосудов и аппаратов при гидравлических испытаниях.
 - 2.5. В каких случаях сосуд (аппарат) считают выдержавшим гидравлическое испытание?

Форма экзаменационного билета:

«Утверждаю»
 Зав. кафедрой
Сафонов Б.П.
 подпись (Ф.И.О)

Министерство образования и науки РФ
Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева
Новомосковский институт (филиал)
Направление подготовки бакалавров
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Направленность Машины и аппараты химических производств
Кафедра Оборудование химических производств

Билет № 1

1. Конструкции тарельчатых массообменных аппаратов. Конструктивные элементы, расчеты.
2. Конструкции спиральных теплообменных аппаратов. Спиральные теплообменники со сквозными и тупиковыми каналами.

Лектор

Каменский М.Н. (Фамилия И.О)

Критерии оценивания и шкала оценок по заданиям билета

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент отвечает на все задания билета, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час. контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации. Зачет результатов обучения осуществляется в порядке и формах, установленных локальным актом НИ РХТУ – Порядок и формы зачета результатов обучения по отдельным дисциплинам (модулям) и практикам, освоенным обучающимся, при реализации образовательных программ высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета в Новомосковском институте (филиале) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

7.1. Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и практическими занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

7.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

7.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

7.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум начинается с ознакомления с техникой безопасности.

По каждой лабораторной работе студент оформляет письменный отчет. Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов – «защита» по итогам лабораторных работ. Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, качество оформления отчета, своевременность сдачи.

7.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторские занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнить индивидуальные задания (раздел 5.8);
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

7.6. Реферат

Реферат – не предусмотрен

7.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в годичное.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Организация лабораторного практикума

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 2 лабораторных работы, указанных в «маршрутном» листе. Маршрутный лист составляет лектор потока. Маршрутный лист выдается студенту за неделю до начала лабораторного практикума.

Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструктажа.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде и при отсутствии белого халата.

2. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, теоретическое введение, схему установки, рабочие формулы и формулы для расчета погрешностей; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;

в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует лабораторный журнал (в качестве лабораторного журнала студент использует общую тетрадь) или не подготовлен протокол,

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

в) имеется более одной несданной ранее выполненной работы.

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

7. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются карандашом, все записи делаются ручкой, для графиков используется миллиметровая бумага, или они выполняются с использованием компьютера; графики клеиваются в лабораторный журнал. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов прямых измерений и констант в одной системе единиц. На этих же страницах производится расчет погрешностей. Оформление работы завершается написанием выводов.

В выводах должны содержаться ответы на следующие вопросы:

а) что и каким методом измерялось,

б) при каких условиях;

б) результаты с абсолютной и относительной погрешностями; анализ результатов и погрешностей.

8. Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:

а) результатов работы,

б) достоверности расчетов и их соответствия измерениям,

в) правильности построения графиков,

г) оформления работы и выводов.

Выполненная работа отмечается в журнале студента подписью преподавателя и простановкой даты. Работа считается зачетной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защита» с указанием даты. После выполнения и защиты всех лабораторных работ преподаватель в журнале студента

делает запись: «Все лабораторные работы, предусмотренные маршрутным листом, выполнены и защищены», ставит подпись и дату.

9. Журнал преподавателя хранится у лаборанта той лаборатории, в которой эта работа выполняется. Правила ведения журнала преподавателя.

1. В графе журнала учета выполненных студентами лабораторных работ делается отметка о выполнении. Если работа «защищена», делается отметка о защите с указанием даты.
2. В случае отсутствия студента на лабораторном занятии в журнале учета выполненных студентами лабораторных работ пишется «нб».
3. Около работы, пропущенной по уважительной причине (допуск из деканата), пишется «ув».

Правила работы преподавателей в лаборатории в зачетную неделю

1. К выполнению работ допускаются студенты, которым лектор или ведущий преподаватель предоставил допуск.
2. Дежурный преподаватель делает отметку о выполнении лабораторной работы в журнале студента и в журнале учета выполненных студентами лабораторных работ.

Студент может защитить работу дежурному преподавателю, проводившему занятия. Студент, не успевший выполнить работу на занятии, приглашается для ее выполнения повторно.

3. Лабораторные работы, выполненные в течение семестра, принимает тот преподаватель, который проводил занятия с группой в течение семестра. В случае отсутствия по уважительной причине этого преподавателя на зачетной неделе, зачет по лаборатории принимает лектор. При отсутствии лектора – зав. кафедрой.
4. Во время проведения лабораторных работ учебно-вспомогательный персонал лаборатории работает под руководством ведущих занятий преподавателей и зав. лабораториями.

7.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По самостоятельному выполнению индивидуальных заданий

Усвоение материала дисциплины во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

1. Прежде всего, нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.
2. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее суть.
3. За редкими исключениями, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде (т. е. в буквенных обозначениях, а не в числах), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины.
4. Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.
5. Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях.
6. В тех случаях, когда в процессе нахождения искомых величин приходится решать систему нескольких громоздких уравнений (как, например, расчет равновесного выхода продукта), целесообразно сначала подставить в эти уравнения числовые значения коэффициентов и лишь затем определять значения искомых величин.
7. При подстановке в уравнение числовых значений обозначенных величин, обратите внимание на то, чтобы все эти значения были в одной и той же системе единиц. Чтобы облегчить определение порядка вычисляемой величины, полезно представить исходные величины в виде чисел, близких к единице, умноженных на 10 в соответствующей степени (например, вместо 24700 подставить $2,47 \cdot 10^4$, вместо 0,00086 — число $0,86 \cdot 10^{-3}$ и т. д.).
8. Получив числовой ответ, нужно оценить его правдоподобность. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если обучающийся решает задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены. В рекомендуемых учебниках и сборниках задач, в разделе, в котором помещены задачи для решения, имеются примеры (рассмотренные задачи). Поэтому толчком к решению данной задачи может послужить ознакомление с несколькими решенными задачами.

Среди обучающихся часто встречается заблуждение - они считают, что ошибка в порядке величины (даже на несколько порядков) менее существенна, чем ошибка в значащих цифрах. Необоснованность такого мнения легко обнаруживается на следующем примере. Ошибка, заключающаяся в том, что вместо 5 получено 8, составляет 60 %, в то время как ошибка всего на один порядок (например, вместо 10^4 получено 10^5) составляет 900 %.

По подготовке к лабораторному практикуму

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса РРС. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 2 (если специально не оговорено) лабораторных работ, указанных в «маршрутном» листе. График работ студент получает за неделю до начала лабораторного практикума.

2. Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор учебных пособий, в которых помещены описания лабораторных работ. Инструкции по лабораторным работам, отсутствующим в учебных пособиях, имеются в читальном зале библиотеке и в соответствующей лаборатории на кафедре и каждый студент может получить ее во временное пользование. Описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы и формулы расчета погрешности, подробное описание лабораторной установки, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц, для внесения в них результатов измерений, контрольные вопросы, дающие студенту возможность осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

3. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента. Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) в журнале (в качестве журнала используется общая тетрадь) имеется описание текущей лабораторной работы: название работы, теоретическое введение, схема установки, рабочие формулы и формулы для расчета погрешностей; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;

в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует лабораторный журнал или не подготовлен протокол,

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

в) отсутствует белый халат.

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

8. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются карандашом, все записи делаются ручкой, для графиков используется миллиметровая бумага, или они выполняются с использованием компьютера; графики вклеиваются в лабораторный журнал. При оформлении работы необходимо выделять страницы для расчетов. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов прямых измерений и физических констант в одной системе единиц. На этих же страницах производится расчет погрешностей. Оформление работы завершается написанием выводов. В выводах должны содержаться ответы на следующие вопросы:

а) что и каким методом измерялось,

б) при каких условиях;

б) результаты с абсолютной и относительной погрешностями; анализ результатов и погрешностей.

Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:

а) результатов работы,

б) достоверности расчетов и их соответствия измерениям,

в) правильности построения графиков,

г) оформления работы и выводов.

Работа считается зачтенной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защиту» с указанием даты.

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

7.9. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы.

Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Машины и аппараты химических производств [Текст] : учеб. для вузов / А. С. Тимонин [и др.]. - Калуга : Ноосфера, 2014. - 854 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Текст] : учеб. для вузов / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Альфа-М, 2006. - 605 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

б) дополнительная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи [Текст] : учеб. пособ. для вузов / М. Ф. Михалев [и др.] ; ред. М. Ф. Михалев. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Арис, 2010. - 309 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки [Текст] : примеры и задачи: учеб. пособ. / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров, С. В. Рачковский. - М. : Альфа-М, 2008. - 717 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Машины и аппараты химических производств [Текст] : лаб. практ. / сост. В. И. Ключков, М. Н. Каменский, Б. П. Сафонов. - Новомосковск : [б. и.], 2017. - 139 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

8.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система стандартов и регламентов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.gost.ru (дата обращения: 01.09.2017).

2. Библиотека НИРХТУ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS (дата обращения: 01.09.2017).

3. Система поддержки учебных курсов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://moodle.nirhtu.ru/> (дата обращения: 01.09.2017).

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 121 (корпус 4)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 109а)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 108 (корпус 4)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 109а)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся 121 (корпус 4)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 109а)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 121	Учебные столы, стулья, Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 109а)	приспособлено
Аудитория для самостоятельной работы студентов 350а	Экран для проектора Drapen Diplomat; компьютеры - 10 шт. ПК Dell Optiplex 755 (монитор 17"), системный блок, клавиатура, мышь; компьютер преподавателя - 1 шт. Realm MB ASUS AM2 WS Proress/ Athlok 64*2 6000 + / 4	приспособлено

	Gb; проектор - Hitachi CP - X 327 разрешение 1024*768; МФУ (принтер - копир - сканер) FS - 1035 MFP/ DP/	
--	---	--

Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории

Ноутбук ACER с оперативной памятью 504 МБ, жестким диском 1 ГБ; - с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

- Сканер Epson Perfection 1670 - скорость сканирования (цветн.) ч\б 13 сек (A4, 300dpi); цв. 18 сек (A4, 300dpi);

- Ксерокс Canon FC 210 - копировальный аппарат максимальное разрешение -600x600 dpi, скорость копирования (стр/мин)- 4 стр/мин

- Проектор ACER - портативный, технология 1 x DLP, разрешение 800x600, проекционный коэффициент 1.95 ÷ 1.95 : 1

- Принтер HP LaserJet 1200 - максимальный формат: A4, скорость печати: 14 стр/мин (ч/б A4), время выхода первого отпечатка: 10 с (ч/б), максимальное разрешение для ч/б печати: 1200x1200 dpi

- Экран на треноге Da-line – ширина экрана 1,85 м., высота 1,70 м.

Программное обеспечение

1. Операционная система MS Windows XP бессрочные права и бессрочная лицензия по подписке [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsrc=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsrc=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214

2. Табличный процессор (LibreOffice Calc) распространяется под лицензией LGPLv3

3. Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

4. Архиватор Zip (public domain)

5. Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](#) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

6. Браузер Mozilla FireFox (распространяется под лицензией Mozilla Public License 2.0 (MPL))

Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристики.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий

Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; образцы оборудования

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Технологические машины и ОХП

1. Общая трудоемкость (з.е./ час): (11 з.е./396 ак.час., из них лекции – 92 ч., практические – 44 ч., лабораторные – 40 с., самостоятельная работа студента – 146 ч. Форма промежуточного контроля: зачет, экзамен, КП).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.10 Технологические машины и оборудование химических производств относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули). Является обязательной для освоения в 7 и 8 семестрах, на 4 курсе.

Дисциплина базируется на курсах циклов естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: «Инженерная и компьютерная графика», «Конструирование и расчет элементов оборудования», «Сопrotивление материалов», «Материаловедение» и является основой для последующих для выполнения ВКР.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины является обеспечение базовой подготовки студентов в области изучения конструкций и принципов работы оборудования химических производств.

Задачи преподавания дисциплины:

- приобретение знаний в области влияния технологических параметров на производительность оборудования и качество продуктов;
- формирование навыков безопасного ведения процессов;
- формирование и развитие умений анализировать результаты воздействия перерабатываемых веществ на стойкость материалов, из которых изготовлено оборудование;
- приобретение и формирование навыков изучения действующего оборудования, проектирование и изготовление нового.

4. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
7 семестр		
1.	Оборудование массообменных процессов для системы газ(пар)-жидкость (абсорбция, ректификация)	Введение. Задачи курса. Общие требования к оборудованию химических производств. Типовое оборудование химических производств. Классификация, области применения. Массообменные аппараты для системы газ(пар)-жидкость. Емкостные и колонные аппараты. Колонны массообменные насадочные аппараты. Регулярная и нерегулярная массообменная насадка. Характеристика насадки, области применения. Пристеночный эффект, конструктивные способы устранения. Основные элементы колонных массообменных аппаратов. Цилиндрические обечайки, способы изготовления, выбор конструкционных материалов. Днища, области применения. Устройство и назначение колосниковых решеток, оросительных устройств, перераспределительных тарелок, штуцеров, люков-лазов. Опоры колонных аппаратов. Устройство для сепарации газожидкостных потоков. Конструкции тарельчатых массообменных аппаратов. Конструкции массообменных тарелок, области применения, конструктивные особенности, узлы и детали. Требования к монтажу массообменных тарелок. Способы крепления и герметизации тарелок в аппаратах. Конструктивные расчеты тарельчатых и насадочных массообменных колонн для системы газ(пар)-жидкость. Нормативная документация.
2.	Оборудование массообменных процессов для системы газ(пар)-твердое тело; жидкость-твердое тело (адсорбция)	Оборудование адсорбционных процессов. Классификация промышленных адсорберов. Характеристика промышленных адсорбентов, области их применения. Влияние технологических параметров на поглощательные свойства адсорбентов, изотерма адсорбции. Конструкции адсорберов с неподвижным слоем

		<p>адсорбента (вертикальный, горизонтальный, кольцевой). Конструктивные элементы, узлы, детали. Особенности эксплуатации адсорберов с неподвижным слоем адсорбента в режимах адсорбции и регенерации (десорбции). Конструкции адсорберов с движущимся слоем адсорбента. Схема гиперсорбера с движущимся гранулированным слоем адсорбента. Конструктивные элементы гиперсорбера (конструкции питателей, распределительные тарелки, гидрозатор, реактиватор др.). Система пневмотранспорта. Преимущества и недостатки адсорбера с движущимся слоем адсорбента.</p> <p>Конструкции адсорберов с псевдооживленным слоем адсорбента. Гидродинамика псевдооживленных слоев. Одноступенчатые и многоступенчатые адсорберы. Конструктивные элементы гиперсорберов. Преимущества и недостатки адсорберов с псевдооживленным слоем адсорбента.</p>
3.	Оборудование массообменных процессов для системы жидкость-жидкость; жидкость-твердое тело (экстракция).	<p>Аппаратурное оформление экстракционных процессов. Классификация, особенности процесса. Аппараты с фиксированной поверхностью контакта фаз. Конструкции аппаратов без дополнительного снабжения энергии потокам (плочные полочные экстракторы, насадочные и распылительные экстракционные колонны). Конструктивные элементы, особенности эксплуатации, преимущества и недостатки.</p> <p>Экстракционные аппараты с дополнительным сообщением энергии потокам. Центробежный плочный экстрактор. Устройство, принцип работы, особенности эксплуатации. Конструкции экстракционных аппаратов с поверхностью контакта фаз, развиваемой движущимся потоком. Тарельчатые экстракционные колонны, роторно-дисковой экстрактор, экстрактор с вибрирующими тарелками. Пульсационные экстракционные колонны, ультразвуковые экстракторы. Конструктивные элементы, особенности устройства и эксплуатации. Конструкция наклонного пульсационного экстрактора. Конструктивный расчет экстракторов на примере распылительной экстракционной колонны.</p>
4	Теплообменные аппараты в химической промышленности.	Классификация теплообменного оборудования. Способы передачи тепловой энергии. Теплообмен в химической технологии. Принципы конструирования и выбора теплообменных устройств. Нормативная документация.
5	Теплообменные аппараты с трубчатой теплообменной поверхностью.	Конструкции теплообменных аппаратов с трубчатой теплообменной поверхностью. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты жесткой конструкции (типа ТН). Конструктивные элементы, узлы, детали. Способы крепления труб в отверстиях трубных решеток. Многоходовость теплообменных аппаратов по трубному и межтрубному пространству. Конструкции кожухотрубчатых теплообменных аппаратов с компенсацией температурных деформаций (типа ТК, ТП, ТУ, с трубками Фильда). Конструкции теплообменных, оросительных, змеевиковых. Теплообменники типа «труба в трубе», аппараты воздушного охлаждения. Сравнительные характеристики теплообменных аппаратов с трубчатой теплообменной поверхностью. Особенности применения. Конструкции теплообменных аппаратов с наружными трубчатыми змеевиковыми нагревательными устройствами
6.	Теплообменные аппараты с нетрубчатой теплообменной поверхностью.	Конструкции спирального теплообменного аппарата. Способы герметизации каналов. Теплообменники со сквозными каналами, с тупиковыми каналами. Сравнение конструкций, преимущества и недостатки. Прокладочный материал. Конструкция пластинчатого теплообменника. Устройство пластины, материалы. Схемы движения теплоносителя, герметизация каналов, прокладочные материалы. Влияние гофрирования пластин на эффективность теплообмена. Конструкции рубашечных теплообменных аппаратов. Способы крепления рубашек, варианты сопряжения сосудов. Рубашки с «вмятинами», с приваркой спиралью. Градири, назначение, устройство. Характеристика теплоносителей и хладагентов. Принципы конструирования, расчета и выбора теплообменных устройств.
7.	Пылеулавливающие	Конструкции пылеулавливающих аппаратов-установок с

	аппараты в химической промышленности.	пылевидным псевдооживленным слоем катализатора или адсорбента. Характеристика, области применения, Устройство циклонов, принципы конструирования и расчета. Интенсификация процессов пылеулавливания, батарейные циклоны. Выносные пылеулавливающие аппараты. Конструкции пылеосадительных капф, пенных колонных аппаратов, электрофильтров, рукавных (тканевых) фильтров. Принципы конструирования, расчета и выбора. Конструктивные элементы, особенности эксплуатации, обозначение, области применения.
8.	Измельчающие машины в химической промышленности.	Классификация измельчающих машин. Способы и теоретические основы измельчения. Конструкции типичных представителей измельчителей раскалывающего и размывающего действия (щековая дробилка), раздавливающего действия (гладковалковая дробилка), ударного действия (молотковая дробилка), ударно-истирающего действия (вибрационная мельница). Конструктивные элементы, особенности эксплуатации, преимущества и недостатки, области применения.
8 семестр		
1.	Реакторы в химической промышленности.	<p>Реакционные аппараты в химической промышленности. Классификация. Назначение, области применения. Общие требования к реакционным аппаратам. Конструкции реакторов для проведения реакций в газовой фазе под твердыми катализаторами. Реакторы с неподвижным слоем катализатора. Конструкции реакторов трубного типа: типа «труба в трубе». Каталитические реакторы с внутренним теплообменом. Высокотемпературные трубные каталитические реакторы с корпусом из огнеупорного материала. Конструкции трубных каталитических реакторов с корпусом из огнеупора на примере реактора для гидрирования циклогексанола в циклогексанон в производстве капролактама и реактора для дегидрирования этилбензола в стирол. Конструктивные элементы, тепловые режимы, конструкционные материалы, огнеупоры. Особенности эксплуатации.</p> <p>Конструкции каталитических кожухотрубных реакторов. Кожухотрубные реакторы для проведения экзотермических, эндотермических и быстрочередующихся реакций. Конструктивные элементы, устройство, особенности эксплуатации. Преимущества и недостатки трубных реакторов.</p> <p>Адиабатические реакторы. Классификация. Условия теплообмена, источники тепловой энергии. Области применения. Реакторы с предварительным перегревом исходной смеси. Конструкции реакторов адиабатического типа с предварительным перегревом исходной смеси на примере реактора для дегидрирования <i>n</i>-бутиленов и синтеза формальдегида. Тепловые потоки, источники тепла. Конструктивные элементы, узлы, материалы, особенности эксплуатации. Конструкции распределителей газовых потоков, оросительных устройств.</p> <p>Реакторы с предварительным перегревом катализатора или насадки. Области применения, тепловые потоки. Конструкция контактной печи с перегревом катализатора для синтеза бутадиена из этилового спирта. Конструктивные элементы, узлы, особенности эксплуатации.</p> <p>Реакторы с вводом байпасного нагретого или охлажденного сырья (секционированные реакторы). Устройство и принцип работы секционированных реакторов на примере реактора для гидрирования уксусного альдегида. Тепловые потоки в условиях осуществления эндотермических и экзотермических реакций. Конструкции секционированных реакторов для разложения диметилдиоксана и парофазной гидратации ацетилена. Основные конструктивные элементы, материалы. Реакторы с движущим слоем гранулированного катализатора. Схемы установок с движущимся гранулированным слоем катализатора с горизонтальным и вертикальным взаимным расположением реактора и регенератора. Конструкции реактора, регенератора, системы пневмотранспорта. Реакторы с псевдооживленным слоем катализатора. Преимущества и</p>

		<p>недостатки псевдооживленных систем. Установка для дегидрирования бутана в бутилены в псевдооживленном слое катализатора. Работа установки. Конструкции реактора, регенератора, десорбера и пневмотранспорта. Встроенные пылеулавливающие устройства. Особенности эксплуатации, конструкционные материалы, теплоизоляция.</p> <p>Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над жидким катализатором. Классификация. Особенности конструкций реакторов для процессов, протекающих в кинетической и диффузионной областях. Конструкции реакторов с перемешивающими устройствами, с механическим распыливанием жидкости. Устройство и принцип работы реакционных аппаратов колонного типа с насадкой или тарелками, барбатажного и пенного типов.</p> <p>Конструкции реакторов пленочного типа. Классификация реакторов, области применения. Реакторы со стекающей и восходящей пленкой. Конструктивное исполнение реакторов со стекающей пленкой. Области применения реакторов с трубчатой и пластинчатой контактными поверхностями. Конструкции распределительных устройств реакторов (с 2-х ярусным перераспределением жидкости, с кольцевым коллектором, с вводом жидкости через центральный патрубок). Способы образования пленки на реакционной поверхности, типы оросительных устройств (переливные, щелевые, разбрызгивающие, капиллярные, струйные). Основы гидродинамики стекающей и восходящей пленки. Пленочные реакторы с 2-х фазным закрученным потоком. Назначение и преимущества подкрутки газожидкостного потока в пленочных реакторах. Конструкции закручивающих устройств (завихрителей). Роторно-пленочные реакторы вертикального и горизонтального типов. Конструкции роторов жесткого, шарнирного и маятникового типов, области применения. Конструкции уплотнений, вращающихся валов, концевых (опорных) подшипников.</p> <p>Реакторы типа эрлифта. Характеристика эрлифта как способа подъема и перемещения жидкости при помощи газового потока. Области применения реакторов типа эрлифта. Конструктивные особенности реакторов типа эрлифта на примере реакторов для многоступенчатого жидкофазного окисления при получении гидроперекиси фтор-бутил-бензола. Устройство реактора, конструктивные элементы. Реакторы для проведения реакции в жидкой фазе и эмульсиях. Классификация реакторов. Характерные особенности реакций в жидкой фазе и эмульсиях. Конструкции реакторов идеального смешения с перемешивающими устройствами, с циркулирующей жидкости диффузорного типа. Способы подвара и отвара тепла реакции. Конструктивные элементы, узлы, материалы. Реакторы идеального вытеснения. Конструкции реакторов проточного типа. Области применения, сравнительный анализ конструкций.</p>
2.	Колонны синтеза высокого давления.	<p>Конструкции колонны синтеза в производстве аммиака (каталитический полочный реактор с внутренним теплообменом). Краткое описание технологии получения синтетического аммиака. Технологические параметры отделения синтеза. Устройство колонны синтеза, конструктивные элементы, узлы, материалы. Характеристика катализатора. Особенности эксплуатации. Конструкция колонны синтеза в производстве метанола (каталитический секционированный полочный реактор) с вводом байпасного холодного сырья). Описание технологической схемы производства метанола. Устройство и принцип работы колонны синтеза. Конструктивные элементы, узлы, материалы. Конструкция колонны синтеза в производстве карбамида (секционированный реактор). Особенности конструирования аппаратов высокого давления. Конструктивные элементы (тарелки, двухконусный обтюратор, шпильки высокого давления). Конструкционные материалы для изготовления обечайки, днищ, тарелок, опоры).</p>

3.	Элементы трубопроводов. Трубопроводная арматура.	Трубопроводы в химической промышленности. Устройство, назначение, способы изготовления, области применения, обозначение. Трубопроводы на чертежах и схемах. Элементы трубопроводов (отводы, переходы, тройники, муфты). Соединение трубопроводов. Конструкции фланцев, типы уплотнительных поверхностей. Крепежные детали, прокладочные материалы. Трубопроводная арматура в химической промышленности. Классификация, назначение, сравнительный анализ, области применения. Обозначение трубопроводной арматуры на чертежах и монтажно-технологических схемах. Конструктивные особенности трубопроводной арматуры (вентили, клапаны, задвижки, краны, заслонки). Выбор трубопроводной арматуры, нормативная документация, каталоги.
----	--	--

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующим результатом обучения по дисциплине:

Код компетенции	Содержание компетенции (результаты освоения ООП)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-9	готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	Знать: - схемы взаимодействия производств в системе предприятия Уметь: - конструировать и эксплуатировать технологическое оборудование химических производств Владеть: - техническими средствами контроля работоспособности оборудования
ПК-1	способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Знать: - технологические процессы производства основной продукции отрасли Уметь: - выполнять все необходимые расчеты, выбирать конструкционные материалы для изготовления оборудования Владеть: - методиками расчета оборудования
ПК-6	способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Знать: - устройство и принцип работы типового оборудования отрасли Уметь: - организовывать проведение монтажа и испытания оборудования Владеть: - справочным материалом по типовому оборудованию
ПК-8	умение проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий (ПК-8);	Знать: - порядок проведения патентных исследований Уметь: - определять показатели технического уровня проектируемых изделий Владеть: - методиками обеспечения патентной

		чистоты новых проектных решений
ПК-12	способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции	Знать: - влияние различных факторов на работу оборудования в оптимальных режимах Уметь: - анализировать условия работы оборудования с целью последующей реконструкции и модернизации Владеть: - современными методами проектирования, расчёта и исследования технологического оборудования
ПК-13	умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования	Знать: - методы оценки работоспособности и долговечности машин и оборудования Уметь: - проектировать конструкции машин и аппаратов химических производств с применением персональных компьютеров Владеть: - навыками самостоятельного принятия решений при ремонтах оборудования
ПК-15	умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	Знать: - каталоги технологического и вспомогательного оборудования для выбора готовых машин и аппаратов Уметь: - выбирать стандартное (типовое) и вспомогательное оборудование для конкретных производственных условий Владеть: - рациональными приемами поиска и использования технической информации

Разработчик

Доцент кафедры «ОХП» НИ РХТУ, к.т.н., доцент

Каменский М.Н.

Зав. кафедрой «ОХП» НИ РХТУ, д.т.н., профессор

Сафонов Б.П.

Руководитель направления (ООП)

Декан Энерго-механического факультета НИ РХТУ, д.т.н., доцент

Логачева В.М.

Перечень индивидуальных заданий

Примеры вопросов текущего контроля к лабораторным и практическим работам.

Лабораторная работа «Теплообменные аппараты кожухотрубчатые»:

1. Особенности кожухотрубчатых теплообменников жесткой конструкции (тип ТН), области применения.
2. Способы крепления труб в отверстиях трубных решеток.
3. Многоходовость теплообменников по трубному и межтрубному пространствам.

Лабораторная работа «Элементы трубопроводов. Трубопроводная арматура»:

1. Классификация трубопроводной арматуры.
2. Обозначение основных типов трубопроводной арматуры на чертежах и схемах.
3. Обратные клапаны. Назначение, устройство, принцип работы.

Лабораторная работа «Реакторы (аппараты с перемешивающими устройствами и теплообменными рубашками):

1. Способы крепления рубашек.
2. Устройство рубашек с «вмятинами».
3. Типы мешалок.

Лабораторная работа «Измельчающие машины»:

1. Устройство и принцип работы шаровой вибрационной мельницы.
2. Назначение и устройство нажимной втулки щековой дробилки.
3. Недостатки конструкции молотковой дробилки.

Практическая работа «Гидравлические испытания сосудов и аппаратов»

3. Цель и задачи гидравлических испытаний. Объекты, подвергающиеся гидравлическим испытаниям, сроки испытаний.
4. Подготовка аппарата (сосуда) к гидравлическим испытаниям.
5. Формула для определения давления испытания (пробного давления)

Тематика курсовых проектов

1. Разработка конструкции роторно-пленочного испарителя в производстве полиэфиракрилатов.
2. Разработка конструкции колонны синтеза метанола
3. Разработка конструкции колонны синтеза карбамида
4. Разработка конструкции колонны синтеза аммиака
5. Разработка конструкции выпарного аппарата отделения выпарки производства аммиачной селитры
6. Разработка конструкции реактора каталитической очистки отходящих газов в производстве неконцентрированной азотной кислоты
7. Разработка конструкции реактора синтеза стирола из этилбензола
8. Разработка конструкции стриппера для установки дистилляции раствора в производстве карбамида
9. Разработка конструкции блока пластинчатых теплообменников для схемы водоподготовки тепловой
10. Разработка конструкции теплообменного аппарата предварительной дегазации в схеме первичной дистилляции раствора карбамида
11. Разработка конструкции реактора получения циклогексана из бензола
12. Разработка конструкции вращающейся барабанной сушилки в производстве керамической массы
13. Разработка конструкции экструдера для производства полиэтиленовой пленки
14. Проект участка по ремонту запорных клапанов производительностью 2000 штук в год

15. Разработка конструкции реактора-нейтрализатора в производстве нитрата аммония.

Задания для контрольной работы

Рассчитать тарельчатый барбатажный абсорбер для поглощения аммиака водой. Исходные данные для расчета выбрать из таблицы 1.1.

Таблица 1.1.

№	Показатели	Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ширина щели колпачка тарелки, в (м)·10 ⁻³	4	6	8	2	8	6	10	4	2	8
2	Высота щели колпачка тарелки, в (м)·10 ⁻³	2	1,5	3	1,5	2	2	3	3	1,5	1,5
3	Начальное содержание аммиака в воздухе СН (%)	10	12,5	12	15	20	14	25	12	16	30
4	Конечное содержание аммиака в воздухе C _к (%) об	0,1	0,2	0,15	0,25	0,3	0,2	0,4	0,2	0,25	0,3
5	Количество поступающего газа V (м ³ /с)	0,1	0,15	0,2	0,2	0,3	0,15	0,25	0,2	0,15	0,2
6	Удельный расход поглотителя Ln (кг/кг)	1,2	1,18	1,0	1,2	1,25	1,3	1,15	1,2	1,4	1,2
7	Температура газа t (°C)	18	20	22	24	20	21	22	20	18	20
8	Содержание аммиака в поступающей на абсорбер воде, C ₀ (% мак)	4	5	6	8	4	2	6	8	10	5

Определить диаметр абсорбера, число тарелок в абсорбере, рабочую высоту абсорбера, гидравлическое сопротивление абсорбера.

Рассчитать и выбрать стандартизованный теплообменный аппарат. Данные для расчета теплообменного аппарата необходимо выбрать из таблицы 1.2.

Таблица 1.2.

Вар.	Рабочая среда	Назначение аппарата	Тип аппарата	G·10 ⁻³ , кг/ч	T ₁ , °C	T ₂ , °C	p·10 ⁻⁵ , Па	Δp·10 ⁻⁵ , Па
0	Метиловый спирт	Холодильник	Кожухотрубчатый	15	100	35	3,0	0,25
1	Этиловый спирт	Холодильник	Спиральный	30	90	40	1,5	0,2
2	Воздух	Нагреватель	Кожухотрубчатый	7	20	400	1,2	1,12
3	Четыреххлористый углерод	Нагреватель	Спиральный	80	25	95	2,0	0,13
4	Бензол	Испаритель	Кожухотрубчатый	8,0	35	-	1,5	-
5	Хлорбензол	Конденсатор	Кожухотрубчатый	4,5	-	-	1,2	0,14
6	Толуол	Испаритель	Кожухотрубчатый	4	120	-	1,5	-
7	Томатный сок (10%)	Нагреватель	Пластинчатый	5	23	85	1,2	0,25
8	Уксусная кислота	Конденсатор	Кожухотрубчатый	3,5	-	-	1,3	0,15
9	Толуол	Холодильник	Спиральный	30	110	25	1,3	0,12

Пояснения: G - расход рабочей среды (одного из теплоносителей); T₁ - начальная температура рабочей среды; T₂ - конечная температура рабочей среды; P - давление рабочей среды в состоянии теплообмена; Δp - допускаемые потери давления в рабочей среде.

Определить: площадь поверхности теплообмена и выбрать стандартизованный теплообменный аппарат с основными конструктивными размерами.

Рассчитать реактор периодического действия с рубашкой и перемешивающим устройством. Принять в условии реакцию первого порядка

Исходные данные для расчета реактора необходимо выбрать из таблицы 2.1.

Таблица 2.1.

Вариант	$V_c, \text{ м}^3/\text{с}$	$X_{\text{An}}, \text{ кмоль}/\text{м}^3$	па	$t_p, \text{ }^\circ\text{C}$	$K_p \cdot 10^6$	$q_p \cdot 10^6, \text{ Дж}/\text{кмол}$	$\mu_{\text{ж}} \cdot 10^3, \text{ Па}\cdot\text{С}$	$C_{\text{ж}} \cdot 10^3, \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$	$\lambda_{\text{ж}}, \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$	$\rho_{\text{ж}} \cdot 10^3, \text{ кг}/\text{м}^3$
0	25	0,25	0,65	110	51	1630	3,8	2,5	0,16	0,95
1	30	0,15	0,75	150	60	2700	4,0	3,1	0,14	0,88
2	80	0,16	0,65	175	42	2080	16,5	1,7	0,18	1,03
3	45	0,4	0,5	110	28	1700	17,0	1,8	0,23	1,05
4	43	0,23	0,65	145	45	1680	4,8	1,9	0,15	0,97
5	65	0,21	0,6	115	46	1720	10,6	2,3	0,16	0,86
6	10	0,15	0,65	125	46	4100	13,8	1,9	0,21	0,78
7	20	0,17	0,7	147	59	760	14,0	3,1	0,13	1,05
8	22	0,18	0,75	160	61	1920	6,3	2,7	0,15	1,10
9	28	0,13	0,75	145	61	2700	4,1	3,2	0,15	0,87

Пояснения: V_c - суточная производительность установки, включающей Z реакторов; X_{An} - начальная концентрация вещества A; па - степень превращения вещества; t_p - температура реакции; K_p - константа скорости реакции; q_p - удельная теплота реакции; $\mu_{\text{ж}}$ - вязкость жидкости; $C_{\text{ж}}$ - теплоемкость жидкости; $\lambda_{\text{ж}}$ - теплопроводность жидкости; $\rho_{\text{ж}}$ - плотность жидкости.

Определить: рабочий объём реактора, выбрать стандартизованный реактор основными конструктивными размерами.

Рассчитать и выбрать тип барбатажного реактора для проведения химических превращений. Исходные данные для расчета реактора выбрать из таблицы 2.2.

Таблица 2.2.

Вариант	$V_{\text{ж}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$V_{\text{Г}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	P, МПа	$\tau_p, \text{ ч}$	$q_p \cdot 10^5, \text{ Дж}/\text{кг}$	$t_p, \text{ }^\circ\text{C}$	$\theta, \text{ }^\circ\text{C}$	$\rho_{\text{ж}}, \text{ кг}/\text{м}^3$	$C_{\text{ж}} \cdot 10^3, \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$	$\lambda_{\text{ж}}, \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$	$\nu_{\text{ж}}, \text{ м}^2/\text{с}$	$\sigma \cdot 10^3, \text{ н}/\text{м}$
0	3,5	140	0,65	1,5	+7,8	130	105	910	1,9	0,13	1,40	19
1	4,0	600	0,25	4,0	+6,1	95	50	810	3,5	0,14	0,85	25
2	7,5	1400	0,80	0,8	-8,1	120	150	1020	4,1	0,63	1,22	55
3	4,5	1200	0,33	8,0	-4,2	110	140	790	2,7	0,20	0,73	23
4	10	700	0,50	0,6	+6,0	145	120	815	3,2	0,14	1,75	18
5	12	900	0,60	0,5	+5,1	160	140	870	2,0	0,10	0,58	16
6	4,0	900	0,15	6,0	-7,7	73	105	930	2,5	0,15	0,95	17
7	9,0	2100	0,30	1,0	+4,5	125	90	900	2,2	0,125	2,10	20
8	15	300	0,40	0,6	-1,8	120	150	792	2,3	0,162	0,30	19
9	9,5	1800	0,25	1,1	-10	112	125	880	1,9	0,13	0,35	21

Пояснения: $V_{\text{ж}}$ - производительность реактора по жидкости; $V_{\text{Г}}$ - расход газа в рабочих условиях; P - давление в реакторе; τ_p - время окисления; q_p - теплота реакции при окислении 1 кг сырья; t - температура реакции; θ - наибольшая (наименьшая) допустимая температура теплоносителя; $\rho_{\text{ж}}$ - плотность жидкости; $C_{\text{ж}}$ - теплоемкость жидкости; $\lambda_{\text{ж}}$ - теплопроводность жидкости; $\nu_{\text{ж}}$ - кинематическая вязкости жидкости; σ - поверхностное натяжение на границе жидкость-газ.

Определить: диаметр и высоту барбатажной колонны, диаметр и высоту теплообменной рубашки.

Рассчитать и выбрать стандартный роторный пленочный аппарат для нагревания жидкости.

Исходные данные выбрать по таблице 2.3. В качестве теплоносителя принять насыщенный водяной пар с давлением 0,7 МПа.

Таблица 2.3.

Вар.	$G_{\text{н}}, \text{ кг}/\text{с}$	$t_{\text{н}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{\text{к}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$\tau_{\text{доп}}, \text{ кг}/\text{м}^3$	$\rho_{\text{ж}}, \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$	$C_p \cdot 10^{-2}, \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$	$\lambda_{\text{ж}}, \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$	$\nu_{\text{ж}} \cdot 10^6, \text{ м}^2/\text{с}$
0	1,00	30	95	45	850	3,2	0,17	1150
1	0,15	20	80	90	830	2,7	0,15	850
2	0,55	20	60	75	940	2,5	0,18	130
3	2,25	20	70	90	910	1,9	0,11	250
4	0,40	30	90	100	1050	2,9	0,23	320
5	0,30	30	100	100	850	3,2	0,17	1150
6	1,00	30	95	45	900	2,0	0,25	75

7	0,8	25	85	20	800	3,5	0,12	90
8	1,5	25	50	75	1120	2,1	0,16	150
9	2,25	20	70	90	1050	2,9	0,23	320

Пояснение: G_n - начальная производительность аппарата; t_n - начальная температура жидкости; t_r - конечная температура жидкости; $\tau_{доп}$ - допустимое время пребывания раствора в зоне нагрева; $\rho_{ж}$ - плотность жидкости; C_p - удельная теплоемкость жидкости; $\lambda_{ж}$ - теплопроводность жидкости; $\nu_{ж}$ - вязкость жидкости.

Определить: диаметр и высоту аппарата, площадь поверхности теплообмена, размеры рубашки, диаметр вала ротора мощность электродвигателя .

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ на 2018-2019 учебный год

В рабочую программу дисциплины Технологические машины и ОХП (направление подготовки 15.03.02) вносятся следующие изменения:

1. Изменено название министерства:
старое: Министерство образования и науки Российской Федерации
новое: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
2. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины представлена в приложении к ОПОП и на сайте института <http://moodle.nirhtu.ru/course/>
3. Перечень лицензионного программного обеспечения

3.1. Операционная система MS Windows 7 бессрочные права и бессрочная лицензия по подписке Microsoft Imagine Premium, идентификатор подписки: a936248f-3805-4c6a-a64f-8c344976ef6d, идентификатор подписчика: ICM-164914

3.2. СУБД MS Access 2003 бессрочные права и бессрочная лицензия по подписке Microsoft Imagine Premium, идентификатор подписки: a936248f-3805-4c6a-a64f-8c344976ef6d, идентификатор подписчика: ICM-164914

Дополнения и изменения в рабочей программе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры

« 12 » __ 09 _____ 2018 г, протокол № 2

Руководитель ОПОП _____ /Сафонов Б.П./