

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

 Проректор по УР
А.В. Бурмистров
«24» 09 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.13 «Машины и аппараты химических производств»

Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения заочная

Институт, факультет ИХНМ, МФ

Кафедра-разработчик рабочей программы Машины и аппараты химических производств

Курс: курс 4, курс 5

Форма обучения	Часы		Зачетные единицы	
	Курс 4	Курс 5	Курс 4	Курс 5
Лекции, час	4	6	0,11	0,17
Практические (семинарские) занятия, час	4	4	0,11	0,11
Лабораторные занятия, час	6	14	0,17	0,39
СРС	112	192 (в том числе, к.п.)	3,11	5,33
Форма аттестации	Экзамен, 9	Экзамен, 9, курсовой проект	0,25	0,25
Всего за семестр, час	135	225	3,75	6,25
Всего	360		10	

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1170 от 20.10.2015 года, по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» по профилю «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств» на основании учебного плана для начала подготовки 2015-2018 гг.

Разработчик программы

Доцент, к.т.н. кафедры МАХП  Е.В. Старовойтова
(должность)

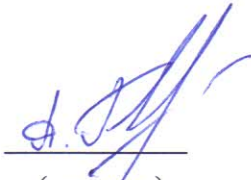
Доцент, к.т.н. кафедры МАХП  А.Д. Галеев
(должность)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП,
протокол от 07.09.2018 г. № 8.

Зав. кафедрой, профессор  С.И.Поникаров

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета
от 17.09.2018 г. № 8.

Председатель комиссии, доцент  А.В. Гаврилов
(подпись)

Начальник УМЦ, доцент  Л.А. Китаева
(подпись)

1. Цели освоения дисциплины

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

- а) обеспечение необходимого объема знаний по аппаратурному оформлению производственных процессов;
- б) развития умения определить технологическое соответствие конструкции машины или аппарата данной технологии производства

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Машины и аппараты химических производств» относится к *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Машины и аппараты химических производств» *бакалавр по* направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- 1) Б1.Б.5 Математика
- 2) Б1.Б.6 Физика
- 3) Б1.В.ОД.11 Процессы и аппараты химической технологии
- 4) Б1.Б.22 Термодинамика

Знания, полученные при изучении дисциплины «Машины и аппараты химических производств» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении *выпускных квалификационных работ* по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-5 способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.

ПК-11 способностью проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умением осваивать вводимое оборудование.

ПК-12 способностью 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.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать: что любой технологический процесс можно рассматривать как систему переносных явлений, базирующихся на фундаментальных законах сохранения импульса, массы и внутренней энергии и оборудования для их реализации; любое техническое решение должно максимально объективно описывать внутренние энергетические связи процесса, не вступая в противоречие с его природой.

2) Уметь: анализировать процесс, выявлять наиболее существенные и значимые внутренние энергетические связи между самим явлением и аппаратурно-конструктивными параметрами оборудования, находить способы описания этих связей экспериментальными или теоретическими методами; формулировать математическую постановку; разрабатывать вычислительные алгоритмы и программы; пользоваться программными средствами универсального назначения.

3) Владеть: а) методами построения математических моделей профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов;
б) владеть теоретическим материалом по основам проектирования;
в) владеть практическими навыками решения задач по проектированию химико-технологических процессов и аппаратов.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	курс	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения про- межуточной атте- стации по разделам
			Лек- ции	Практиче- ские заня- тия	Ла- бора- тор- ные ра- бо- ты	СРС	
1	Тема 1. Предмет курс, его цели и задачи	4	1	1	1	12	Защита лабораторных работ, отчет по прак- тическим работам, тестирование
2	Тема 2. Реакционная аппара- тура	4	1	1	2	33	Защита лабораторных работ, отчет по прак- тическим работам, тестирование
3	Тема 3. Теплообменные аппа- раты	4	1	1	1	33	Защита лабораторных работ, отчет по прак- тическим работам, тестирование
4	Тема 4. Массообменные аппа- раты	4	1	1	2	34	Защита лабораторных работ, отчет по прак- тическим работам, тестирование
	ИТОГО за 4 курс:		4	4	6	112	Экзамен, 9ч
5	Тема 5. Экстракционные аппа- раты для систем жидкость – жидкость	5	2	2	5	48	Защита лабораторных работ, отчет по прак- тическим работам, тестирование
6	Тема 6. Аппараты для сушки материа- лов.	5	2	1	5	54	Защита лабораторных работ, отчет по прак- тическим работам, тестирование
7	Тема 7. Аппараты для разделения неоднород- ных смесей.	5	2	1	4	54	Защита лабораторных работ, отчет по прак- тическим работам, тестирование
8	Курсовой проект	5	-	-	-	36	Отчет по курсовому проекту
	ИТОГО за 5 курс:		6	4	14	192	экзамен, 9ч, курсовой проект
	Итого за курс		10	8	20	304	
Форма аттестации							Зачет, экзамен, кур- совый проект

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Вводная. <u>Тема 1</u>	1	Предмет курс, его цели и задачи.	Место дисциплины в общем курсе подготовки инженеров-механиков специальности. Задачи, стоящие перед будущим инженером-механиком химической промышленности. Общие перспективы развития химического аппарата- и машиностроения	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
	<u>Тема 2</u>	1	Реакционная аппаратура	<u>Введение.</u> Классификация реакторов. Элементы теории химических реакторов. <u>Аппараты для гомогенных реакций.</u> Реакторы для проведения гомогенных жидкостных и эмульсионных реакций. Конструктивное оформление, условия их работы. Перемешивающие устройства. Конструкции теплообменных устройств в зависимости от объема реактора и величины теплового эффекта. Аппараты для высокотемпературных некаталитических газовых реакций.	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
	<u>Тема 3</u>	1	Теплообменные аппараты	Роль теплообменной аппаратуры в химической и нефтегазовой промышленности. Факторы, влияющие на выбор конструкции теплообменников. Классификация теплообменной аппаратуры. <u>Кожухотрубные теплообменные аппараты.</u> Теплообменники типа ТН. Теплообменники типа ТК. Теплообменники с U-образными трубками. Аппараты с плавающей головкой: тип П и ПК. Способы крепления крышек плавающих головок с подвижной трубной решеткой. Элементы кожухотрубных теплообменных аппаратов: корпуса, крышки, трубы, трубные решетки, продольные и поперечные перегородки. Интенсифи-	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>

				кация процесса теплообмена в кожухотрубных теплообменниках. Теплообменники спиральные и пластинчатые. Теплообменники других конструкций. Теплообменники воздушного охлаждения, их преимущества и особенности конструкции. Теплообменники типа «труба в трубе». Оросительные теплообменники. Погружные теплообменники. Блочные теплообменники.	
	<u>Тема 4</u>	1	Массообменные аппараты	<u>Массообменные аппараты для процессов ректификации и абсорбции.</u> Классификация этих аппаратов. Колонные аппараты для процессов абсорбции и ректификации. Основные параметры контактных устройств для ректификации и абсорбции. Расчет колонных аппаратов на прочность и устойчивость формы. <u>Насадочные колонны для процессов ректификации и абсорбции.</u> Регулярные и нерегулярные насадки. Режимы работы насадочных колонн, устройства для орошения насадочных аппаратов и перераспределение газа и жидкости в них. Устройства для сепарации газожидкостных потоков. Область применения насадок различных типов. <u>Тарельчатые колонны для процессов ректификации и абсорбции.</u> Классификация тарельчатых контактных устройств. Колпачковые тарелки. Клапанные тарелки. Ситчатые тарелки. Прямоточно-скоростные и язычковые тарелки. Рекомендации по выбору тарелок стальных колонных аппаратов. Интенсификация работы тарельчатых колонных аппаратов.	ПК-5, ПК-11, ПК-12
	<u>Тема 5</u>	2	Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	Классификация этих аппаратов. Колонные экстракторы: пульсационные, роторно-дисковые. Центробежные напорные и безнапорные экстракторы.	ПК-5, ПК-11, ПК-12
	<u>Тема 6</u>	2	Аппараты для сушки материалов.	Классификация сушилок. Конвективные и кондуктивные сушилки. Конвективные аппараты для сушки материала в слое: туннельные, ленточные, петлевые, вальцеленточные. Конвективные сушилки. Аппараты	ПК-5, ПК-11, ПК-12

				для сушки материала в кипящем слое. Элементы этих аппаратов. Аэрофонтанные сушилки. Аппараты для сушки материала в режиме и пневмотранспорта: трубы, сушилки, циклонные, вихревые сушилки. Комбинированные сушилки. Распылительные сушилки: центробежные и форсуночные. Конструкции камер и распылительных устройств. Кондуктивные сушилки: барабанные и вальцевые. Выбор процесса сушки в аппарате.	
	Тема 7	2	Аппараты для разделения неоднородных смесей.	<u>Фильтры для жидкостей.</u> Классификация фильтров. Емкостные фильтры, конструкции, порядок расчета. Рамные и камерные фильтры, простые и автоматизированные. Непрерывно действующие вакуумфильтры: карусельные, тарельчатые, барабанные, дисковые, ленточные. Основные конструктивные особенности барабанных вакуум-фильтров. Порядок их расчета. Барабанные фильтры, работающие под давлением. <u>Центрифуги химической промышленности.</u> Классификация и расчет производительности центрифуг. Фильтрующие центрифуги с пульсирующей выгрузкой осадка одно-, двух- и многокаскадные. Фильтрующие, осадительные и комбинированные центрифуги со шнековой выгрузкой осадка. Центрифуги с центробежной и вибрационной выгрузкой осадка. <u>Трубчатые суперцентрифуги.</u> Сепараторы одно- и многокамерные, тарельчатые, их конструкции и характеристики. Особенности работы валов, прочность обечайки, вибрация центрифуг. <u>Пылеочистное оборудование.</u> Аэрозоли, их классификация. Циклоны одиночные, групповые, батарейные. Расчет (подбор) циклона. Рукавные и другие фильтры для газов. Электрофильтры. Аппараты мокрой пылеочистки.	ПК-5, ПК-11, ПК-12

6. Содержание практических занятий (лабораторного практикума)

№ п/п	Раздел дисциплины	Ча-с-ы	Тема практической работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Предмет курс, его цели и задачи Роль теплообменной аппаратуры.	1	Тема 1. Основы составления материальных балансов при расчете массообменного оборудования	Способы выражения состава рабочей среды	ПК-5, ПК-11, ПК-12
2	Тема 2. Реакционная аппаратура	1	Тема 2. Расчет гидравлического сопротивления жидкостных транспортных систем. Подбор насосного оборудования.	Методика подбора насосного оборудования для проектной технологической схемы.	ПК-5, ПК-11, ПК-12
3	Тема 3. Теплообменные аппараты	1	Тема 3. Расчет и сравнение реакторов идеального смешения, идеального вытеснения и секционных. Реакции 1-го порядка	Расчетным способом показать зависимость размеров реакционной зоны от типа реакции.	ПК-5, ПК-11, ПК-12
4	Тема 4. Массообменные аппараты	1	Тема 4. Расчет и сравнение реакторов идеального смешения, идеального вытеснения и секционных. Реакции 2-го порядка	Расчетным способом показать зависимость размеров реакционной зоны от типа реакции.	ПК-5, ПК-11, ПК-12
5	Тема 5. Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	2	Расчет насадочного экстрактора.	Определить диаметр и высоту насадки насадочного экстрактора для извлечения фенола из воды экстракцией бензолом. Дисперсная фаза – бензол, сплошная фаза – фенольная вода.	ПК-5, ПК-11, ПК-12
6	Тема 6. Аппараты для сушки материалов.	1	Подбор барабанной сушилки.	Подобрать барабанную сушилку по каталогу при заданной производительности готового продукта, характеристикам теплового агента и высушиваемого материала.	ПК-5, ПК-11, ПК-12
7	Тема 7. Аппараты для разделения неоднородных смесей.	1	Подбор барабанного вакуум-фильтра.	Определить необходимую поверхность фильтрования барабанного вакуум-фильтра и подобрать фильтр по каталогу.	ПК-5, ПК-11, ПК-12

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Предмет курс, его цели и задачи	1	1. Виброизоляция машин	Исследование вибрации машин под действием крутящих моментов	ПК-5, ПК-11, ПК-12
2	Тема 2. Реакционная аппаратура	2	2. Исследование герметичности уплотнительных устройств	Исследование герметичности уплотнительных устройств	ПК-5, ПК-11, ПК-12
3	Тема 3. Теплообменные аппараты	1	3. Демонтаж монтаж и центровка, центробежного насоса с приводом	Основы ремонта и сборки и испытаний насоса с приводом	ПК-5, ПК-11, ПК-12
4	Тема 4. Массообменные аппараты	2	4. Сравнительная характеристика барботажных контактных устройств.	Гидродинамические характеристики массообменных контактных устройств барботажного типа	ПК-5, ПК-11, ПК-12
5	Тема 5. Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	5	5. Монтаж, регулировка и исследование барботажных тарелок.	Основы сборки и регулировки массообменной колонны с колпачковыми контактными устройствами	ПК-5, ПК-11, ПК-12
6	Тема 6. Аппараты для сушки материалов.	5	6. Исследование гидродинамических характеристик насадочной колонны.	Гидродинамические характеристики насадочной колонны	ПК-5, ПК-11, ПК-12
7	Тема 7. Аппараты для разделения неоднородных смесей	4	7. Исследование гидродинамики вихревого скруббера	Исследование гидродинамики вихревого скруббера	ПК-5, ПК-11, ПК-12

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Предмет курс, его цели и задачи	12	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным и практическим работам, курсовому проектированию	ПК-5, ПК-11, ПК-12
2	Тема 2. Реакционная	33	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабо-	ПК-5, ПК-11, ПК-12

	аппаратура.		ным и практическим работам, курсовому проектированию	
3	Тема 3 Теплообмен- ные аппараты.	33	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы подготовка к лабораторным и практическим работам, курсовому проектированию	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
4	Тема 4 Массообмен- ные аппараты	34	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы подготовка к лабораторным и практическим работам, курсовому проектированию	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
5	Тема 5. Экстракцион- ные аппараты для систем жидкость – жидкость	48	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, подготовка к лабораторным и практическим работам	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
6	Тема 6. Аппа- раты для сушки материалов	54	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий, лабораторной работы, курсового проектирования	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
7	Тема 7. Аппа- раты для раз- деления неод- нородных сме- сей	54	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным и практическим работам, курсовому проектированию	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
8	Курсовой про- ект: проекти- рование типо- вого аппарата			
8.1	Технологиче- ский расчет аппарата	14	Рассчитать основные размеры аппарата	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
8.2	Механический расчет аппара- та	8	Выполнить прочностной и конструктивный расчет	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
8.3	Графическая часть курсово- го проекта	14	Исполнить технологическую схему установки функциональную и чертеж общего вида основного аппарата	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Машины и аппараты химических производств» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

4 курс:

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	4	12	20
Практическая работа	4	12	20
Тест (контрольная работа)	1	12	20
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

5 курс:

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	3	12	20
Практическая работа	3	12	20
Тест (контрольная работа)	1	12	20
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

На 5 курсе предусмотрен курсовой проект

Оценочные средства курсового проекта	Min, баллов	Max, баллов
Технологический расчет	14	24
Механический расчет	8	16
Графическая часть	16	24
Защита	22	36
Итого:	60	100

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

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

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Машины и аппараты химических производств» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники Информации	Кол-во Экз.
1. Поникаров И.И., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. М.: Альфа-М, 2006.-605с.	386 экз. в УНИЦ КНИТУ 30 экз. на кафедре
2. Поникаров И.И., Поникаров С.И., Рачковский С.В. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки. М.: Альфа-М, 2008.-717с.	704 экз. в УНИЦ КНИТУ 30 экз. на кафедре
3. Поникаров И.И., Поникаров С.И., Рачковский С.В., Хоменко А.В. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. 3 –е издание в электронном варианте. Казань, КНИТУ, 2014г.	15 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

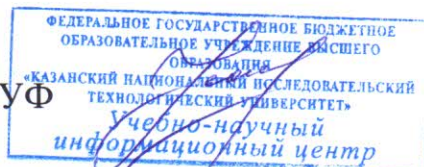
Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Поникаров И.И., Поникаров С.И., Конструирование и расчет химического оборудования. М.: Альфа-М, 2010.-379с.	420 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Поникаров И.И., Поникаров С.И., Конструирование и расчет химического оборудования. Электронный учебник .2011г.	7экз. CD в УНИЦ КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины рекомендуется использование следующих электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>.
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>.
3. ЭБС "Лань" - режим доступа: <http://e.lanbook.com/books>.
4. ЭБС "Znanium.com" - режим доступа: <http://znanium.com>.
5. ЭЧЗ РГУ нефти и газа - режим доступа: <http://elib.gubkin.ru>.
6. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) - режим доступа: <http://elibrary.ru>.
7. ЭБС "КНИГАФОНД" - режим доступа: <http://www.knigafund.ru>.
8. ЭБС «IPRBooks» - режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>.

Согласовано:
Зав.сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются:

1. Лекционные занятия:
 - а. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)
2. Практические занятия:
 - а. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук).
 - б. Компьютерный класс А-233а;
3. Лабораторные занятия:
 - а. Аудитория А-125 (экспериментальные установки).

13. Образовательные технологии

Из общего количества аудиторных занятий дисциплины «Машины и аппараты химических производств» в интерактивной форме проводится 6 часов (4 курс): 2 часа – лабораторных занятий и 4 часа – практических занятий.