

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



« 8 » декабря 2017г.

**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 очная

Институт, факультет ИХНМ, МФ

Кафедра-разработчик рабочей программы Машины и аппараты химических производств

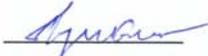
Курс: 3, семестр 6, курс 4, семестр 7

Форма обучения	Часы		Зачетные единицы	
	6 сем	7 сем	6 сем	7 семестр
Лекции, час	36	36	1	1
Практические (семинарские) занятия, час	18	-	0,5	-
Лабораторные занятия, час	36	36	1	1
СРС	54	108 (в том числе, к.п.)	1,5	4
Форма аттестации	Зачет	Экзамен, 36, курсовой проект	-	1
Всего за семестр, час	144	216	4	6
Всего	360		10	

Казань, 2017 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 2015-2017 г.

Разработчик программы

Профессор кафедры МАХП  В.А.Булкин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП,  
9.11. 2017 г. № 9.

Зав. кафедрой, профессор



С.И.Поникаров

### **УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания методической комиссии механического факультета, к которому относится кафедра-разработчик РП от 07.12. 2017 г. № 9.

Председатель комиссии, доцент

  
(подпись)

А.В. Гаврилов  
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент

  
(подпись)

Л.А. Китаева  
(Ф.И.О.)

### **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	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема 1. Предмет курс, его цели и задачи	6	2	2	6	12	Защита лабораторных работ, Контрольное тестирование
2	Тема 2. Реакционная аппаратура	6	12	4	12	14	Защита лабораторных работ, Контрольное тестирование
3	Тема 3. Теплообменные аппараты	6	12	6	6	14	Защита лабораторных работ, Контрольное тестирование
4	Тема 4. Массообменные аппараты	6	10	6	12	14	Защита лабораторных работ, Контрольное тестирование
	ИТОГО за 6 семестр:		36	18	36	54	зачет
5	Тема 5. Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	7	12	-	12	36	Защита лабораторных работ, Контрольное тестирование
6	Тема 6. Аппараты для сушки материалов.	7	12	-	12	34	Защита лабораторных работ, Контрольное тестирование
7	Тема 7. Аппараты для разделения неоднородных смесей.	7	12	-	12	38	Защита лабораторных работ, Контрольное тестирование
8	Курсовой проект	7	-	-	-	36	Отчет по курсовому проекту
	ИТОГО за 7 семестр:		36	-	36	108	экзамен, курсовой проект
	Итого за курс		72	18	72	162	
Форма аттестации							Зачет, экзамен, курсовой 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>	2	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>	12	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>	12	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>

				<p>кация процесса теплообмена в кожухотрубных теплообменниках. Теплообменники спиральные и пластинчатые.</p> <p>Теплообменники других конструкций. Теплообменники воздушного охлаждения, их преимущества и особенности конструкции. Теплообменники типа «труба в трубе». Оросительные теплообменники. Погружные теплообменники. Блочные теплообменники.</p>	
	<u>Тема 4</u>	10	Массообменные аппараты	<p><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.</p> <p><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.</p> <p><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.</p>	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
	<u>Тема 5</u>	12	Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	<p>Классификация этих аппаратов. Колонные экстракторы: пульсационные, роторно-дисковые. Центробежные напорные и безнапорные экстракторы.</p>	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
	<u>Тема 6</u>	12	Аппараты для сушки материалов.	<p>Классификация сушилок. Конвективные и кондуктивные сушилки. Конвективные аппараты для сушки материала в слое: туннельные, ленточные, петлевые, вальцеленточные.</p>	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>

			Конвективные сушилки. Аппараты 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.	
	<u>Тема 7</u>	12	<p>Аппараты для разделения неоднородных смесей.</p> <p><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.</p> <p><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.</p> <p><u>Трубчатые суперцентрифуги.</u> Сепараторы одно- и многокамерные, тарельчатые, их конструкции и характеристики. Особенности работы валов, прочность обечайки, вибрация центрифуг.</p> <p><u>Пылеочистное оборудование.</u> Аэрозоли, их классификация. Циклоны одиночные, групповые, батарейные. Расчет (подбор) циклона. Рукавные и другие фильтры для газов. Электрофильтры. Аппараты мокрой пылеочистки.</p>	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>

### 6. Содержание практических занятий (лабораторного практикума)

№ /п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практической работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Предмет курс, его цели и задачи Роль теплообменной аппаратуры.	2	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	4	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	6	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	6	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

### 7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Предмет курс, его цели и задачи	4	1. Виброизоляция машин	Исследование вибрации машин под действием крутящих моментов	ПК-5, ПК-11, ПК-12
2	Тема 2. Реакционная аппаратура	4	2. Исследование герметичности уплотнительных устройств	Исследование герметичности уплотнительных устройств	ПК-5, ПК-11, ПК-12
3	Тема 3. Теплообменные аппараты	4	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	4	4. Исследование характеристик контактных устройств барботажного типа.	Гидродинамические характеристики массообменных контактных устройств барботажного типа	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
5	Тема 5. Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	4	5. Исследование характеристик прямоточных массообменных устройств.	Гидродинамические характеристики прямоточных массообменных контактных устройств	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
6	Тема 6. Массообменные аппараты	4	6. Демонтаж, монтаж и регулирование массообменной колонны с колпачковыми контактными устройствами	Основы сборки и регулировки массообменной колонны с колпачковыми контактными устройствами	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
7	Тема 7. Аппараты для разделения неоднородных смесей	4	7. Исследование гидродинамики вихревого скруббера	Исследование гидродинамики вихревого скруббера	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>

лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории А-125 кафедры без специального оборудования.

### 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	14	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам, курсовому проектированию	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
2	Тема 2. Реакционная аппаратура.	22	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам, курсовому проектированию	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
3	Тема 3 Теплообменные аппараты.	32	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы подготовка к лабораторным работам, курсовому проектированию	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
4	Тема 4 Массообменные аппараты	36	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы подготовка к лабораторным работам, курсовому проектированию	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
5	Тема 5. Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	20	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, подготовка к лабораторным работам	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>

6	Тема 6. Аппараты для сушки материалов	18	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий, курсового проектирования	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
7	Тема 7. Аппараты для разделения неоднородных смесей	20	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам, курсовому проектированию	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
8	Курсовой проект: проектирование типового аппарата			
8.1	Технологический расчет аппарата	14	Рассчитать основные размеры аппарата	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
8.2	Механический расчет аппарата	8	Выполнить прочностной и конструктивный расчет	<i>ПК-5, ПК-11, ПК-12</i>
8.3	Графическая часть курсового 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.

6 семестр:

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
Лабораторная работа	4	24	40
Практическая работа	4	24	40
Тест	1	12	20
Итого:		60	100

7 семестр

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
Лабораторная работа	4	24	40
Тест	1	12	20
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

В 7-м семестре предусмотрен курсовой проект

<b>Оценочные средства курсового проекта</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
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***

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа:  
<http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа:  
<http://ft.kstu.ru/ft/>
3. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа:  
<http://elibrary.ru>
4. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
5. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА» – Режим доступа:  
<http://www.studentlibrary.ru>
6. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.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).

## ***13. Образовательные технологии***

Из общего количества аудиторных занятий дисциплины «Машины и аппараты химических производств» в интерактивной форме проводится 12 часов.

В ходе проведения аудиторных занятий применяются различные образовательные технологии, в том числе:

1. Кейс-задачи – анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности.
2. Проблемное обучение – стимулирование к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.
3. Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Машины и аппараты химических производств»

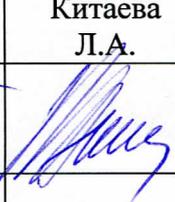
По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

для профиля «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»

для набора обучающихся 2019 года

форма обучения очная

пересмотрена на заседании кафедры «Машины и аппараты химических производств»

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № от . 20 )	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП Поникаров С.И.	Подпись заведующего кафедрой Поникаров С.И.	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
1	16 от 19.06.19	Есть*	Нет			

\* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины «Машины и аппараты химических производств» применяется современная база данных:

<https://www.elibrary.ru>.

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

*Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Машины и аппараты химических производств»:*

*MS Office 2007 Russian*

*Аскон Компас 3D v14*

*Mathcad Education-University Edition*