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.

Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А

По дисциплине Б1.В.ОД.9 «Машины и аппараты химических производств»

Направление подготовки: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки: «Машины и аппараты химических 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

	Часы		Зачетные единицы	
Форма обучения	6 сем	7 сем	6 сем	7 семестр
Лекции, час	36	36	1	1
Практические (семинар-ские) занятия, час	-	18	-	0,5
Лабораторные занятия, час	36	36	1	1
СРС	36	135 (в том числе, к.п.)	1	3,75
Форма аттестации	Зачет	Экзамен, 27, курсовой проект	-	0,75
Всего за семестр, час	108	252	3	7
Всего	360		10	

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 227 от 12.03.2015 года,
по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» по профилю «Машины и аппараты химических производств» на основании учебного плана для начала подготовки 2016, 2017, 2018 гг.

Разработчики 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 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии набор знаний, умений, навыков и компетенций».

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

1) Б1.Б.6 Математика
2) Б1.Б.8 Физика
3) Б1.В.ОД.7 Теплообмен

Знания, полученные при изучении дисциплины «Машины и аппараты химических производств» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении *выпускных квалификационных работ* по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» профиль «Машины и аппараты химических производств».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-2 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ПК-9 способностью анализировать технологический процесс как объект управления;

ПК-12 способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия.

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	-	6	9	Отчет по лабораторным работам, тест
2	Тема 2. Реакционная аппаратура	6	12	-	12	9	Отчет по лабораторным работам, тест
3	Тема 3. Теплообменные аппараты	6	12	-	6	9	Отчет по лабораторным работам, тест
4	Тема 4. Массообменные аппараты	6	10	-	12	9	Отчет по лабораторным работам, тест
	ИТОГО за 6 семестр:		36	-	36	36	*зачет*
5	Тема 5. Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	7	12	6	12	33	Защита лабораторных работ, отчет по практическим занятиям, экзамен
6	Тема 6. Аппараты для сушки материалов.	7	12	6	12	33	Защита лабораторных работ, отчет по практическим занятиям, экзамен
7	Тема 7. Аппараты для разделения неоднородных смесей.	7	12	6	12	33	Защита лабораторных работ, отчет по практическим занятиям, экзамен
8	Курсовой проект	7	-	-	-	36	Отчет по курсовому проекту
	ИТОГО за 7 семестр:		36	-	36	135	*экзамен, курсовой проект*
	Итого за курс		72	18	72	171	
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. Тема 1	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 аппарато- и машиностроения	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
	Тема 2	12	Реакционная аппаратура	Введение. Классификация реакторов. Элементы теории химических реакторов. Аппараты для гомогенных реакций. 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.	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
	Тема 3	12	Теплообменные аппараты	Роль теплообменной аппаратуры в химической и нефтегазовой промышленности. Факторы, влияющие на выбор конструкции теплообменников. Классификация теплообменной аппаратуры. Кожухотрубные теплообменные аппараты. 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. Интенсификация процесса теплообмена в кожухотрубных теплообменниках. Тепло-	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*

				обменники 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.	
	Тема 4	10	Массообменные аппараты	Массообменные аппараты для процессов ректификации и абсорбции. 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. Насадочные колонны для процессов ректификации и абсорбции. 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. Тарельчатые колонны для процессов ректификации и абсорбции. 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.	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
	Тема 5	12	Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	Классификация этих аппаратов. Колонные экстракторы: пульсационные, роторно-дисковые. Центробежные напорные и безнапорные экстракторы.	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
	Тема 6	12	Аппараты для сушки материалов.	Классификация сушилок. Конвективные и кондуктивные сушилки. Конвективные аппараты для сушки материала в слое: туннельные, ленточные, петлевые, вальцеленточные. Конвективные сушилки. Аппараты для сушки материала в кипящем слое. Элементы этих аппаратов. Аэ-	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*

				рофонтанные 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	12	Аппараты для разделения неоднородных смесей.	Фильтры для жидкостей. 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 вакум-фильтров. Порядок их расчета. Барабанные фильтры, работающие под давлением. Центрифуги химической промышленности. 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. Трубчатые суперцентрифуги. Сепараторы одно- и многокамерные, тарельчатые, их конструкции и характеристики. Особенности работы валов, прочность обечайки, вибрация центрифуг. Пылеочистное оборудование. Аэрозоли, их классификация. Циклоны одиночные, групповые, батарейные. Расчет (подбор) циклона. Рукавные и другие фильтры для газов. Электрофильтры. Аппараты мокрой пылеочистки.	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*

6. Содержание практических занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практической работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 5. Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	6	Тема 1.Основы составления материальных балансов при расчете массообменного оборудования	Способы выражения состава рабочей среды	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
2	Тема 6. Аппараты для сушки материалов.	6	Тема 2. Расчет гидравлического сопротивления жидкостных транспортных систем. Подбор насосного оборудования.	Методика подбора насосного оборудования для проектной технологической схемы.	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
3	Тема 7. Аппараты для разделения неоднородных смесей.	3 3	Тема 3. Расчет и сравнение реакторов идеального смешения, идеального вытеснения и секционных. Реакции 1-го порядка 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. Расчетным способом показать зависимость размеров реакционной зоны от типа реакции.	*ОПК-2,* *ПК-9,* *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	6	1. Виброизоляция машин	Исследование вибрации машин под действием крутящих моментов	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
2	Тема 2. Реакционная аппаратура	12	2. Исследование герметичности уплотнительных устройств	Исследование герметичности уплотнительных устройств	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
3	Тема 3. Теплообменные аппараты	6	3. Демонтаж монтаж и центровка, центробежного насоса с приводом	Основы ремонта и сборки и испытаний насоса с приводом	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
4	Тема 4. Массообмен-	12	4. Сравнительная характеристика бар-	Гидродинамические характеристи-	*ОПК-2,*

	ные аппараты		ботажных контактных устройств.	ки массообменных контактных устройств барботажного типа	*ПК-9,* *ПК-12*
5	Тема 5. Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	12	5. Монтаж, регулировка и исследование барботажных тарелок.	Основы сборки и регулировки массообменной колонны с колпачковыми контактными устройствами	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
6	Тема 6. Массообменные аппараты	12	6. Исследование гидродинамических характеристик насадочной колонны.	Гидродинамические характеристики насадочной колонны	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
7	Тема 7. Аппараты для разделения неоднородных смесей	12	7. Исследование гидродинамики вихревого скруббера	Исследование гидродинамики вихревого скруббера	*ОПК-2,* *ПК-9,* *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	9	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам, курсовому проектированию	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
2	Тема 2. Реакционная аппаратура.	9	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам, курсовому проектированию	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
3	Тема 3 Теплообменные аппараты.	9	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы подготовка к лабораторным работам, курсовому проектированию	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
4	Тема 4 Массообменные аппараты	9	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы подготовка к лабораторным работам, курсовому проектированию	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
5	Тема 5. Экстракционные аппараты для систем жидкость – жидкость	33	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, подготовка к лабораторным работам	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
6	Тема 6. Аппараты для сушки	33	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий,	*ОПК-2,*

	материалов		курсового проектирования	*ПК-9,* *ПК-12*
7	Тема 7. Аппараты для разделения неоднородных смесей	33	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам, курсовому проектированию	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
8	Курсовой проект: проектирование типового аппарата	36		
8.1	Технологический расчет аппарата	14	Рассчитать основные размеры аппарата	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
8.2	Механический расчет аппарата	8	Выполнить прочностной и конструктивный расчет	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*
8.3	Графическая часть курсового проекта	14	Исполнить технологическую схему установки функциональную и чертеж общего вида основного аппарата	*ОПК-2,* *ПК-9,* *ПК-12*

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:

Оценочные средства	**Кол-во**	**Min, баллов**	**Max, баллов**
Лабораторная работа	4	36	60
Тест	2	24	40
Итого:		60	100
Форма аттестации	зачет		

7 семестр:

Оценочные средства	**Кол-во**	**Min, баллов**	**Max, баллов**
Лабораторная работа	3	12	20
Практическая работа	4	24	40
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

В 7-м семестре 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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Учебно-научный информационный центр

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются:

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

12. Образовательные технологии

Из общего количества аудиторных занятий дисциплины «Машины и аппараты химических производств» в интерактивной форме проводится 26 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.