

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

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

«30» мая 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.33 Инновационные технологии и техника в нефтехимическом аппаратостроении

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
(шифр) (наименование)

Профиль/программа Оборудование нефтегазопереработки

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр V, 10,

Форма обучения	заочная	
	часы	ЗЕ
Лекции	6	0,2
Лабораторные занятия	6	0,2
Практические занятия	6	0,2
СР	97	2,7
КСР	20	0,6
Форма аттестации (контроль)	экзамен 9	экзамен 0,25
Всего	144	4

Нижекамск, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 728 от 09.08.2021) по направлению 15.03.02 «Технологические  
(номер, дата утверждения) (шифр)

машины и оборудование»

(наименование направления)

на основании учебного плана набора обучающихся 2022 года.

Разработчик программы:

доцент каф. МАХП  
(должность)

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП, протокол от 12.04.2022 г. № 8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О.)

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Инновационные технологии и техника в нефтехимическом аппаратостроении» являются:

а) формирование базовых знаний о современных машинах и аппаратах, используемых для проведения физических тепло- и массообменных и реакционных процессов в химических и нефтехимических производствах;

б) ознакомление обучающихся с основными направлениями и методами усовершенствования и модернизации типового и специального технологического оборудования, и машин с использованием последних достижений отечественной и зарубежной науки и техники;

в) обеспечение необходимого уровня знаний и практических навыков, необходимых для решения инженерных задач по выбору, расчету и проектированию типовых машин и аппаратов отрасли;

г) формирование и закрепление знаний у обучающихся по вопросам обслуживания, монтажа и ремонта основного технологического оборудования, а также вопросам организации и проведения исследований с целью совершенствования действующего оборудования и машин;

д) формирование у обучающихся общих представлений и навыков в различных областях будущей профессиональной деятельности в качестве инженера-эксплуатационника, инженера-конструктора, инженера-исследователя.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Инновационные технологии и техника в нефтехимическом аппаратостроении» относится к *обязательной* части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Инновационные технологии и техника в нефтехимическом аппаратостроении» *бакалавр по* направлению подготовки

15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.В.12 Оборудование нефтегазопереработки,*
- б) Б1.В.06 Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств.*

Дисциплина «Инновационные технологии и техника в нефтехимическом аппаратостроении» является предшествующей и необходима для успешного прохождения:

- а) производственной практики,*
- б) преддипломной практики.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Инновационные технологии и техника в нефтехимическом аппаратостроении» могут быть использованы при прохождении практик *производственной и преддипломной* и выполнении *выпускных квалификационных работ* по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

### ***3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

1. ОПК-9.1 Знает принципы работы нового технологического оборудования, связанного с профессиональной деятельностью,
2. ОПК-9.2 Умеет проводить внедрение в технологический процесс новых образцов технологического оборудования,
3. ОПК-9.3 Владеет навыками освоения нового технологического оборудования.

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

1) Знать:

- назначение, устройство, принцип действия основного оборудования и машин отрасли, а также пути совершенствования их технических и технологических показателей, направленных на снижение материальных и энергетических затрат на их эксплуатацию и ремонт;

- о перспективных направлениях создания и внедрения новых видов машин и оборудования на отечественных и зарубежных предприятиях отрасли;
- содержание и методику расчета и проектирования основного технологического оборудования и машин и их элементов, обеспечивающих заданную производительность и качество выпускаемой продукции;
- технические средства для измерения, регулирования и оптимизации технологических параметров оборудования и машин на современных химических и нефтехимических производствах.

## 2) Уметь:

- проводить сравнительный анализ и исследования показателей работы оборудования и машин для оптимизации технико-экономических показателей за счет снижения материальных и энергетических затрат на их эксплуатацию;
- выполнять технологические и прочностные расчеты оборудования и машин и их элементов по заданным параметрам: производительность, качественный состав, давление, температура и т.д;
- пользоваться технической и нормативно-справочной литературой для выбора эффективного и надежного оборудования и машин, и мониторинга технического состояния действующих машин и аппаратов;
- формирование у обучающихся общих представлений и навыков в различных областях будущей профессиональной деятельности в качестве инженера-эксплуатационника, инженера-конструктора, инженера-исследователя.

## 3) Владеть:

- навыками по расчету и проектированию, выбору и обоснованию выбора основного оборудования и его элементов, обеспечивающих заданную производительность и качество выпускаемой химической и нефтехимической продукции;

- методами сравнительного анализа основных показателей работы типового и специального оборудования отрасли с целью оптимизации режимов их работы;
- навыками по организации безопасных условий работы действующего оборудования и машин на химических и нефтехимических предприятиях за счет надежных методов расчета и проектирования, и обеспечения своевременного мониторинга технических и технологических характеристик оборудования.

#### **4. Структура и содержание дисциплины «Инновационные технологии и техника в нефтехимическом аппаратостроении»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточно й аттестации по разделам
			Лек ции	Лаборат орные занятия	Практиче ские занятия	КСР	СРС	
1	Введение. Назначение и классификация оборудования	10	1	1	1	3,3	17	Экзамен, практическое занятие
2	Оборудование для тепловых процессов	10	1	1	1	3,4	16	Экзамен, практическое занятие, дискуссия
3	Оборудование для проведения массообменных процессов	10	1	1	1	3,3	16	Экзамен, практическое занятие
4	Химические реакторы	10	1	1	1	3,4	16	Экзамен, практическое занятие
5	Трубчатые печи химических и нефтеперерабат ывающих производств	10	1	1	1	3,3	16	Экзамен, доклад, практическое занятие

<b>6</b>	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	10	1	1	1	3,3	16	Экзамен, дискуссия, практическое занятие
<b>ИТОГО</b>			6	6	6	20	97	
Форма аттестации					Экзамен (9)			

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы заочная форма об.	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение. Назначение и классификация оборудования	1	Введение. Назначение и классификация оборудования	Предмет и задачи изучения дисциплины. Назначение и классификация применяемого оборудования, машин и аппаратов для проведения химических и нефтехимических процессов. Основные требования к технологическому оборудованию и машинам.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3,
2	Оборудование для тепловых процессов	1	2.1. Конструкции теплообменников	2.1. Назначение и классификация теплообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к теплообменникам. Движущая сила процесса теплообмена. Уравнение теплопередачи. Устройство, назначение элементов, маркировка кожухотрубчатых теплообменников. Теплообменники жесткой конструкции с неподвижными трубными решетками. Температурные	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

				<p>напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках: причины появления; методы компенсации. Теплообменники полужесткой конструкции с компенсатором в корпусе; с гибкой мембраной в трубной решетке; с изогнутыми (витыми) трубками. Теплообменники нежесткой конструкции с U-образными трубками; с плавающей головкой; с сальниковым уплотнением плавающей головки; с внутренним компенсатором на плавающей головке; с двойными трубками Фильда.</p> <p>2.2. Конструктивное исполнение основных узлов теплообменников:</p> <p>труб, кожуха, трубных решеток. Различные способы размещения труб на трубной решетке. Методы соединения труб с решеткой, их области применения сравнительные показатели. Назначение и виды перегородок на трубном и межтрубном пространствах теплообменников. Одно- и многоходовые теплообменники. Методы и принципы интенсификации теплообмена в трубах. Оребренные, обжатые, витые трубы. Трубы с внутренним турбулизаторами.</p> <p>2.3. Специальные виды</p>	
			2.2. Конструкции узлов теплообменников		
			2.3. Специальные виды		



			теплообменников	теплообменников: блочные, погружные, пленочные, регенеративные. Теплообменники с плоской поверхностью теплообмена: пластинчатые, спиральные, пластинчато-ребристые и др. Тепловые трубки. Сравнительные показатели, область применения различных видов теплообменных аппаратов.	
3	Оборудование для проведения массообменных процессов	1	3.1. Основные массообменные процессы	3.1. Место и роль процессов массообмена в химических и нефтехимических производствах. Классификация процессов массообмена. Основные понятия и определения процессов массообмена: движущая сила процесса; уравнение массопередачи. Сущность процессов разделения методами перегонки, ректификации, абсорбции. Схемы процессов простой перегонки и ректификации бинарных и многокомпонентных смесей. Полная и неполная; простая и сложная ректификационные колонны. Аппаратурное оформление процесса абсорбции. Сравнительная характеристика различных методов разделения жидких и газовых смесей на колонных массообменных аппаратах.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

			<p>3.2. Насадочные колонны</p> <p>3.3. Тарельчатые колонны</p>	<p>3.2. Устройство, принцип действия насадочных колонн. Виды и характеристики насадок, сравнительная характеристика, рекомендации по выбору оптимального режима работы. Конструктивное оформление насадочных колонн: распределительные и перераспределительные устройства для жидкости и газа; опорные устройства под насадку. Явление «сухого конуса» в насадочной колонне и методы его устранения. Достоинства и недостатки насадочных колонн. Перспективные виды насадок.</p> <p>3.3. Тарельчатые колонны. Сравнительные показатели тарелок, рекомендации по выбору оптимальных параметров. Устройство, принцип действия, область применения барботажных тарелок: ситчатых; колпачковых с капсульными колпачками; желобчатых; из S-образных элементов; комбинированных и др. Струйные тарелки с направленными потоками жидкости и газа: чешуйчатые, язычковые, арочные, пластинчатые, из просечно-вытяжных листов. Особенности работы и область применения клапанных тарелок: дисковых; пластинчатых; балластных;</p>	
--	--	--	--	--	--

				<p>жалюзийно-клапанных.</p> <p>Провальные тарелки без переливов: решетчатые; ситчатые; волнистые; Киттеля. Принцип действия, основные показатели специальных тарелок: с двумя зонами контакта; струйно-центробежных; центробежно-вихревых.</p> <p>Комбинированные тарелки. Тарелки с прямоточным движением потоков: трубчатые; с завихрителями (вихревые); с секционированием потоков.</p> <p>Конструктивное оформление основных элементов тарельчатых колонн: устройств для ввода и вывода продуктов; переливных устройств; способов монтажа внутренних элементов.</p>	
4	Химические реакторы	1	4.1 Химические реакторы в химической и нефтехимической технологии	<p>4.1. Назначение, место и роль химических реакторов в химической и нефтехимической технологии.</p> <p>Основные отличия химических реакторов от других типов аппаратов.</p> <p>Классификация химических реакций в зависимости от механизма, способов возбуждения, режимов протекания, тепловых и фазовых характеристик.</p> <p>Понятие скорости химической реакции.</p> <p>Уравнение скорости химической реакции.</p> <p>Закон действующих масс. Кинетический и стехиометрический порядки реакций.</p>	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

			4.2. Конструкции химических реакторов	<p>Константа химической реакции. Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса.</p> <p>4.2. Факторы, определяющие конструкцию химических реакторов. Реакторы идеального вытеснения, идеального смешения, многокаскадные реакторы смешения, их сравнительные характеристики. Жидкостные кубовые реакторы для гомогенных и гетерогенных реакций. Перемешивающие и теплообменные устройства реакторов, рекомендации по их применению. Особенности конструкции газожидкостных реакторов: колонные насадочные и тарельчатые реакторы, их сравнение с массообменными аппаратами.</p>	
5	Трубчатые печи химических и нефтеперерабатывающих производств	1	5.1. Назначение, классификация и конструкции печей	<p>5.1. Назначение и типы печей, их классификация. Сравнение различных типов печей, основные направления в их развитии. Теплотехнические особенности нефтезаводских трубчатых печей, связь между теплотехническими и тепловыми показателями. Теплонапряженность поверхности нагрева, топочного пространства, местные тепловые</p>	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

			5.2. Расчет трубчатых печей	<p>нагрузки в камерах радиации и конвекции. Важнейшие показатели и элементы трубчатых печей. Гарнитура печей, применяемые материалы.</p> <p>Устройства для сжигания топлива (горелки, форсунки).</p> <p>5.2. Основы расчета трубчатых печей. Процессы сгорания и теплопередачи в топке, теплопередача в конвекционной камере, выбор размеров камер конвекции и радиации.</p> <p>Определение полезной тепловой нагрузки печи и состояния сырья на выходе из печи. КПД печи и пути уменьшения расхода топлива.</p> <p>Гидравлический расчет печи, газовое сопротивление и тяга.</p>	
6	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	1	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	<p>Общие сведения и классификация вспомогательного оборудования химических и нефтехимических производств. Вертикальные и горизонтальные цилиндрические резервуары для жидких и газообразных продуктов. Назначение и устройство мокрых и сухих газгольдеров. Бункеры и силосы для хранения и выгрузки сыпучих материалов. Основные элементы технологических трубопроводов: трубы, фасонные детали (фитинги), способы соединения трубопроводов. Компенсация</p>	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

				температурных деформаций трубопроводов с помощью компенсаторов. Опоры и подвески трубопроводов. Назначение и классификация трубопроводной арматуры. Устройство, область применения и характеристики запорной, регулирующей, предохранительной, защитной и фазоразделительной арматуры.	
--	--	--	--	--	--

### **6. Содержание практических занятий**

Учебным предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Инновационные технологии и техника в нефтехимическом аппаратостроении». Цель проведения практических работ – освоение лекционного материала и выработка определенных умений, связанных с разработкой высокоэффективного теплообменного оборудования.

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы заочная</b>	<b>Наименование практической работы</b>	<b>Краткое содержание</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	Введение. Назначение и классификация оборудования	1	Материальный баланс технологических процессов	Методика составления материального баланса технологических процессов для химических и нефтехимических производств.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
2	Оборудование для тепловых процессов	1	Расчет и выбор стандартизованного теплообменника	2.1. Расчет и выбор стандартизованного кожухотрубчатого теплообменника для проведения процессов нагрева, охлаждения, конденсации, испарения жидких, газообразных продуктов; 2.2. Тепловой расчет и выбор стандартизованного аппарата воздушного	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

				охлаждения для проведения процесса охлаждения и конденсации рабочих продуктов с заданными расходными и физико-механическими параметрами.	
3	Оборудование для проведения массообменных процессов	1	Технологический расчет ректификационной колонны	Кейс-задача. Для заданных значений исходных данных провести технологический расчет ректификационной колонны с колпачковыми, клапанными, ситчатыми и провальными тарелками (по вариантам заданий). В качестве объекта оптимизации принять межтарельчатое расстояние, выбор которого производить с учетом заданной преподавателем вспениваемости разделяемых рабочих систем. Проверку работоспособности выбранной стандартизированной тарелки производить по величине межтарельчатого уноса.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
4	Химические реакторы	1	Расчет и выбор узлов химического реактора	Кейс-задача. Для различных вариантов рабочих жидкостей с заданными физико-механическими характеристиками решить проблему подбора оптимального варианта перемешивающего устройства из числа возможных	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

				конструкций механических мешалок (лопастных, турбинных, пропеллерных, якорных и рамных). С учетом заданных характеристик рабочих продуктов (пожаро-взрывоопасность, агрессивность, коррозионную активность и др.) подобрать тип и марку торцового уплотнения, подобрать мощность и марку стандартизованного привода мешалки.	
5	Трубчатые печи химических и нефтеперерабатывающих производств	1	Методика расчета и подбора технологических печей	Методика расчета и подбора технологических печей для нагрева кубовых продуктов ректификационной колонны для разделения различных фракций нефтепродуктов. Определение размеров радиантной и конвективной камер печи, расчет газовых горелок и жидкостных форсунок.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
6	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	1	Технологический трубопровод	Технологический трубопровод: назначение и классификация, применяемые материалы. Методы компенсации температурных напряжений с помощью осевых, гибких и скользящих компенсаторов. Опоры и подвески трубопроводов.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3



## 7. Содержание лабораторных занятий

№ п/ п	Раздел дисциплины	Часы заочна я	Наименование практической работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение. Назначение и классификация оборудования	1	Материальный баланс технологических процессов	Методика составления материального баланса технологических процессов для химических и нефтехимических производств .	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
2	Оборудование для тепловых процессов	1	Расчет и выбор стандартизованного теплообменника	2.1. Расчет и выбор стандартизованного кожухотрубчатого теплообменника для проведения процессов нагрева, охлаждения, конденсации, испарения жидких, газообразных продуктов; 2.2. Тепловой расчет и выбор стандартизованного аппарата воздушного охлаждения для проведения процесса охлаждения и конденсации рабочих продуктов с заданными расходными и физико-механическими параметрами.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
3	Оборудование для проведения массообменных процессов	1	Технологический расчет ректификационной колонны	Кейс-задача. Для заданных значений исходных данных провести технологический расчет ректификационной колонны с колпачковыми, клапанными, ситчатыми и провальными тарелками (по вариантам заданий). В качестве объекта оптимизации принять межтарельчатое расстояние, выбор	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

				<p>которого производить с учетом заданной преподавателем вспениваемости разделяемых рабочих систем. Проверку работоспособности выбранной стандартизированной тарелки производить по величине межтарельчатого уноса.</p>	
4	Химические реакторы	1	Расчет и выбор узлов химического реактора	<p>Кейс-задача. Для различных вариантов рабочих жидкостей с заданными физико-механическими характеристиками решить проблему подбора оптимального варианта перемешивающего устройства из числа возможных конструкций механических мешалок (лопастных, турбинных, пропеллерных, якорных и рамных). С учетом заданных характеристик рабочих продуктов (пожаро-взрывоопасность, агрессивность, коррозионную активность и др.) подобрать тип и марку торцового уплотнения, подобрать мощность и марку стандартизованного привода мешалки.</p>	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
5	Трубчатые печи химических и нефтеперерабатывающих производств	1	Методика расчета и подбора технологических печей	<p>Методика расчета и подбора технологических печей для нагрева кубовых продуктов ректификационной колонны для разделения различных фракций</p>	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

				нефтепродуктов. Определение размеров радиантной и конвективной камер печи, расчет газовых горелок и жидкостных форсунок.	
6	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	1	Технологический трубопровод	Технологический трубопровод: назначение и классификация, применяемые материалы. Методы компенсации температурных напряжений с помощью осевых, гибких и скользящих компенсаторов. Опоры и подвески трубопроводов.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

### 8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы заочная	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Назначение и классификация технологического оборудования для проведения химических и нефтехимических процессов. Основные требования к оборудованию и машинам.	17	Подготовка к экзамену,	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
2	Методы интенсификации теплообмена в теплообменниках. Оребренные, обжатые, витые трубы. Трубы с турбулизаторами. Перегородки в трубном и межтрубном пространствах. Многоходовые теплообменники. Теплообменники с неметаллическими трубками. Тепловые трубки.	16	Подготовка к экзамену, дискуссии	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
3	Насадочные колонны. Виды и характеристики насадок, режимы работы. Явление «сухого конуса» в насадочной колонне, методы его устранения. Распределители для жидкости и газа; опорные устройства под насадку. Перспективные виды насадок.	16	Подготовка к экзамену	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
4	Скорость химической реакции. Уравнение скорости химической реакции. Кинетический и стехиометрический порядки реакций. Константа химической реакции и методы ее определения. Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса.	16	Подготовка к экзамену, лабораторное и практическое занятие	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
5	Основные виды печей для нагрева нефтепродуктов, направления в их развитии. Теплотехнические характеристики трубчатых печей. Теплонапряженность поверхности нагрева. Трубы и гарнитура печей, применяемые материалы.	16	Подготовка к экзамену, доклада, лабораторное и практическое занятие	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
6	Вспомогательное оборудование для хранения жидких и газообразных продуктов: резервуары, емкости, газгольдеры, бункера и силосы.	16	Подготовка к экзамену,	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

	Материалы, устройство, область применения.		лабораторное и практическое занятие, дискуссии	
--	--	--	--	--

### **8.1 Контроль самостоятельной работы**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы, выносимые на самостоятельную работу</b>	<b>Часы заочная</b>	<b>Форма СРС</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	Назначение и классификация технологического оборудования для проведения химических и нефтехимических процессов. Основные требования к оборудованию и машинам.	4	Прием практических работ и проверка отчетов, домашнего задания, консультирование, проверка	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
2	Методы интенсификации теплообмена в теплообменниках. Оребренные, обжатые, витые трубы. Трубы с турбулизаторами. Перегородки в трубном и межтрубном пространствах. Многоходовые теплообменники. Теплообменники с неметаллическими трубками. Тепловые трубки.	4	Прием практических работ и проверка отчетов, домашнего задания, консультирование, проверка	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
3	Насадочные колонны. Виды и характеристики насадок, режимы работы. Явление «сухого конуса» в насадочной колонне, методы его устранения. Распределители для жидкости и газа; опорные устройства под насадку. Перспективные виды насадок.	4	Прием практических работ и проверка отчетов, домашнего задания, консультирование, проверка	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
4	Скорость химической реакции. Уравнение скорости химической реакции. Кинетический и стехиометрический порядки реакций. Константа химической реакции и методы ее определения. Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса.	4	Прием практических работ и проверка отчетов, домашнего задания, консультирование, проверка	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
5	Основные виды печей для нагрева нефтепродуктов, направления в их развитии. Теплотехнические характеристики трубчатых печей. Теплонапряженность поверхности нагрева. Трубы и гарнитура печей, применяемые материалы.	4	Прием практических работ и проверка отчетов, домашнего задания, консультирование, проверка	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

### **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.**

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.О.33 «Инновационные технологии и техника в нефтехимическом аппаратостроении» используется рейтинговая система. Рейтинговая система оценки знаний, обучающихся разработана на основе требований «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса».

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы приводится в положении о рейтинговой системе.

Оценка учебной деятельности студента осуществляется по всем видам работ, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине. Максимальный балл проставляется за качественное и своевременное выполнение работ и требований к ним, а также по всем видам контроля знаний студентов. В результате минимальный текущий рейтинг составит – 60 баллов, максимальный текущий рейтинг составит – 100 баллов.

Общий суммарный рейтинг по дисциплине складывается из текущего рейтинга и рейтинга, полученного студентами в ходе промежуточной аттестации в форме экзамена по дисциплине. Текущий рейтинг формируется в ходе аудиторных занятий и самостоятельной работы и ограничивается диапазоном 36 – 60 баллов. Рейтинг, выставяющийся студенту по результатам экзамена, находится в диапазоне 24 – 40 баллов.

Расчет текущего рейтинга выполняется на основе данных, приведенных в таблице 9.1.

Таблица 9.1. Расчет текущего рейтинга

Название	Кол-во	Оценка за одно		Суммарн. оценка	
		Миним.	Максим.	Миним.	Максим.
лекция (конспект)	6	1		6	6
Практическое занятие (выполнение заданий)	6	1	2	6	12
Лабораторное занятие (выполнение заданий)	3	2	2,7	6	8
Доклад	1	5	10	5	10
Дискуссия	2	5	12	10	24
Экзамен				27	40
Всего				60	100

При изучении дисциплины предусматривается выполнение одной контрольной работы, подготовки двух рефератов, двух собеседований, тестирования.

Таким образом, текущий рейтинг студента перед промежуточной аттестацией должен составить величину, находящуюся в диапазоне 36 – 60 баллов.

Промежуточная аттестация в форме экзамена оценивается числом баллов от 24 до 40. В итоге, суммарный рейтинг по дисциплине должен составить от 60 до 100 баллов.

## ***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 «Инновационные технологии и техника в нефтехимическом аппаратостроении» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
Гильманов Х.Х. Машины и аппараты химических производств и нефтепереработки; учебное пособие / Х.Х. Гильманов, М.А. Закиров. – Нижнекамск; НХТИ, 2013. – 128 с.	80
Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс]; учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский, А.А. Хоменко. – 3-е изд. в электрон. варианте. – Казань: КНИТУ, 2014. Режим доступа: <a href="http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=52135">http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=52135</a>	1(единое поисковое окно Электронного каталога УНИЦ КНИТУ)

### ***11.2 Дополнительная литература***

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Закиров М.А. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты. Ч.2: метод. указания / сост. М.А. Закиров, М.Г. Гарипов, Х.Х. Гильманов; НХТИ. – Нижнекамск: НХТИ, 2012. – 44 с.	19
2 Технологический расчет ректификационной колонны: метод. указания к курсовому	72

проектированию / КГТУ; сост. А.Г. Кутузов, М.А. Кутузов, А.В. Дмитриев. – Казань; КГТУ, 2008. – 76 с.	
---	--

### ***11.3 Электронные источники информации***

При изучении дисциплины «Инновационные технологии и техника в химическом аппаратостроении» предусмотрено использование электронных источников информации:

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>

<http://elibrary.ru/> Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций <http://elibrary.ru/>

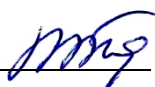
### ***11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.***

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

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

#### **Согласовано:**

Зав. отделом  
по библиотечному  
обслуживанию



В.Я. Тарасова

### ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

***Специализированная лаборатория «Машины и аппараты химических производств» в ауд. А–107***, площадью 83,4 м<sup>2</sup> на 34 посадочных мест, оборудованных действующими моделями типовых машин и аппаратов для проведения их исследования и макетами, и образцами для наглядного изучения основных элементов оборудования и машин:

Стенд № 1. “Вихревой массообменный аппарат”, Стенд №2. “Насадочная колонна”, Стенд № 3. “Противоточные контактные массообменные

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

2. **Аудитория А-112** площадью 61,6 м<sup>2</sup> на 21 посадочных места для проведения лекционных занятий с комплектом демонстрационного материала: Оверхэд-проектор; Рулонный настенный экран; Ноутбук с проектором; Токарно-винторезный станок.

3. **Кабинет А-111** площадью 19,1 м<sup>2</sup> на 4 посадочных места для самостоятельной работы студентов с электронным оборудованием:

1. Компьютер, подключенный к сети Интернет;
2. Программное обеспечение: Windows XP; Microsoft Office 2007; Антивирус Касперского.

### **13. Образовательные технологии**

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 4 часа.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- дискуссия;
- доклад;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций).