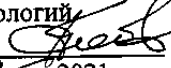


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет машиностроительных и химиче-  
ских технологий  
 Саблин П.А.  
«24» 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологические машины»

Направление подготовки	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль) образовательной программы	Машины и аппараты химических производств
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

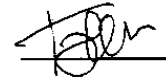
Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовой проект, Зачет с оценкой	Кафедра «Машиностроение»

Комсомольск-на-Амуре  
2021

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат технических наук



Шишкин Б.В

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Кафедра «Машиностроение»



Сариков М.Ю.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Технологические машины» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации № 227 от 12.03.2015, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Машины и аппараты химических производств» по направлению подготовки «18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт Профессиональный стандарт 19.003 «Специалист по обслуживанию и ремонту нефтезаводского оборудования». Обобщенная трудовая функция: В. Организация, руководство и контроль работы подразделений

Трудовые действия:

- Обеспечение выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования

- Контролировать полноту и качество работ по техническому обслуживанию технологического оборудования

- Разработка и реализация планов внедрения новой техники и технологии, проведение организационно-технических мероприятий, опытно-конструкторских работ.

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"><li>- сформировать у студентов знания по принципам работы, устройству, регулировке и обслуживанию машин широко распространенных в нефтехимической промышленности и мониторинге природных сред: колоны, печи, теплообменники, реакторы, фильтры, центрифуги;</li><li>- развить умения использования методов дисциплины в решении практических задач при расчете технологических параметров машин и оформлении технической документации.</li></ul>
Основные разделы / темы дисциплины	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Введение.</li><li>2) Машины и аппараты нефтехимической промышленности.</li><li>3) Кожухотрубчатые теплообменные аппараты.</li><li>4) Теплообменники воздушного типа.</li><li>5) Теплообменники пластинчатые и спиральные.</li><li>6) Циклоны и экстракторы.</li><li>7) Колонные аппараты.</li><li>8) Реакционные аппараты.</li><li>9) Трубчатые печи типа ВС и ГС.</li><li>10) Кристаллизаторы.</li><li>11) Машины для мониторинга природных сред.</li></ol>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Технологические машины» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и их достижения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
ПК-3 способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	З1(ПК-3-3) Знать: прикладные программы для расчетов технологических машин.	У1(ПК-3-3) Уметь: использовать информационные технологии для расчетов технологических машин	Н1(ПК-3-3) Владеть навыками проектирования технологических машин в прикладных программах

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологические машины» изучается на 4 курсе, 7 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Детали машин и основы конструирования».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Технологические машины», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Преддипломная практика».

Дисциплина «Технологические машины» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

### 4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	48

<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	132
Промежуточная аттестация обучающихся – Курсовой проект, Зачет с оценкой	0

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>7 семестр</b>				
<b>Раздел 1 Введение</b>				
Цель курса. Общие сведения о машинах и аппаратах химической промышленности.	0,5			2
<b>Раздел 2 Машины и аппараты нефтехимической промышленности</b>				
Классификация и область применения машин и аппаратов по технологическим процессам химической промышленности. Требования к машинам и аппаратам химической промышленности и нефтехимии. Выбор материалов для химической аппаратуры и машин	1			1
Область применения машин и аппаратов по технологическим процессам нефтехимии		2		2

мии. Применение массообменных аппаратов по процессам ректификации, абсорбции, экстракции, стабилизации.				
<b>Раздел 3 Кожухотрубчатые теплообменные аппараты</b>				
Основные типы теплообменных аппаратов. Характеристики, классификация и устройство и области использования аппаратов. Устройство и критерии работоспособности кожухотрубчатых теплообменных аппаратов Расчет и конструирование аппаратов. Эксплуатация, обслуживание и ремонт кожухотрубчатых теплообменных аппаратов	3		2	6
Расчет линзового компенсатора. Расчет размещения труб в теплообменнике. Расчет развальцовочного соединения труб и трубной решетки. Расчет трубной решетки. Поверхностные теплообменники. Расчет теплообменного аппарата жесткого типа. Определение температурных напряжений в корпусе и трубах. Конденсаторы и холодильники. Особенности расчета конденсаторов и холодильников. Расчет холодильника с «плавающей головкой».		2	2	6
<b>Раздел 4 Теплообменники воздушного типа.</b>				
Применение теплообменников воздушного охлаждения. Классификация и особенности эксплуатации. Расчет секций и вентилятора теплообменника воздушного типа. Эксплуатация теплообменных аппаратов воздушного охлаждения. Расчет трубчатых секций, несущей конструкции теплообменника. Формирование технической документации для холодильника воздушного охлаждения	1		2	1
Холодильники воздушного охлаждения. Расчет холодильника воздушного охлаждения. Расчет решетки, крышек и шпилек трубчатой секции. Определение толщины фланца		2		2
<b>Раздел 5 Теплообменники пластинчатые и спиральные.</b>				
Теплообменники пластинчатые, спираль-	0,5			1

ные. Особенности конструкции и эксплуатации. Применение теплообменников в нефтехимической промышленности				
<b>Раздел 6 Циклоны и экстракторы.</b>				
Устройство и конструкция циклонов. Экстракторы: колонные и центробежные. Высокооборотные центробежные экстракторы. Устройство и эксплуатация машин.	2		2	2
Выбор типа циклона. Определение конструктивных особенностей		2		2
<b>Раздел 7 Колонные аппараты.</b>				
Колонные аппараты для массообменных процессов химической промышленности и нефтехимии. Назначение и устройство аппаратов колонного типа. Требования к колонным аппаратам химической промышленности и нефтехимии. Простые и сложные колонны, их устройство. Колонные аппараты для ректификации нефти. Колонны перегонки нефти, колонны вторичной перегонки бензинов. Конструкция колонн для ректификации, методы расчета. Формирование технической документации колонн для ректификации. Эксплуатация колонных аппаратов для ректификации. Колонные аппараты для абсорбции, экстракции. Колонны стабилизации и фракционирования газов. Колонны отгонки растворителей и разделения термоструктурных и каталитических продуктов. Формирование технической документации, методы расчета. Эксплуатация колонных аппаратов	2	2		2
Колонные аппараты для массообменных процессов нефтехимии. Выбор типа тарельчатого колонного аппарата для ректификации, абсорбции. Расчет ректификационных колонн на прочность и устойчивость		2		
<b>Раздел 8 Реакционные аппараты</b>				
Назначение и устройство реакционных аппаратов. Требования к реакционным аппаратам химической промышленности и нефтехимии. Назначение и устройство реакционных аппаратов для термострук-	1	2		2

турных процессов. Формирование технической документации, методы расчета. Эксплуатация реакционных аппаратов для термоструктурных процессов. Реакционные аппараты для каталитических процессов. Реакционные камеры для процессов термического крекинга, замедленного коксования, получения технической сажи, пиролиза. Реакционная камера установки коксования.				
Реакционные аппараты для каталитических и термоструктурных процессов. Выбор типа реакционного аппарата для каталитических и термоструктурных процессов. Расчет аппарата каталитического крекинга		2	2	
<b>Раздел 9 Трубчатые печи типа ВС и ГС.</b>				
Печи для нагрева нефтепродуктов. Трубчатые печи со свободным факелом и беспламенного горения. Трубчатые печи типа ГС( горизонтальная, свободного сжигания). Технические характеристики трубчатой печи ГС. Трубчатые печи типа ВС( вертикальная , свободного сжигания). Технические характеристики трубчатой печи ВС. Конструкция и расчет элементов трубчатой печи. Эксплуатация трубчатой печи типа ВС.	2			
Трубчатые печи типа ГС. Расчет основных параметров трубчатой печи типа ГС. Трубчатые печи типа ВС. Особенности расчета и конструкции трубчатой печи типа ВС		2		4
<b>Раздел 10 Кристаллизаторы.</b>				
Кристаллизаторы. Устройство и эксплуатация кристаллизатора для депарафинизации масел. Особенности конструкции и расчета кристаллизаторов. Формирование технической документации для холодильника воздушного охлаждения	1			
Выбор типа кристаллизатора. Определение конструктивных особенностей			2	2
<b>Раздел 11 Машины для мониторинга природных сред</b>				
Фильтры, центрифуги. Особенности конструкции и расчета. Эксплуатация филь-	2		2	2



тров и центрифуг.				
Курсовой проект <i>Проект кожухотрубчатого теплообменного аппарата</i>				95
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	16	16	16	132
<b>ИТОГО:</b> общая трудоемкость дисциплины 180 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 55 часов				

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
7 семестр	
Подготовка отчетов по лабораторным работам и к их защите	29
Изучение теоретических разделов дисциплины	8
Выполнение и защита курсовой работы (КР)	95
Итого в 7 семестре	132

### Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них – это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая – внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 1-4 часа еженедельно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе – это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (построение графиков и т.п.).

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут – работа, 5-10 минут – перерыв; после 3 часов работы перерыв – 20-25 минут. Этого требует работа за компьютером. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматри-

вает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Поникаров, И.И. Расчёты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки: Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров, С. В. Рачковский. - М.: Альфа-М, 2008. - 717с.

2. Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс] : Учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Альфа-М, 2006. - 608 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3. Шишкин, Б.В. Конструирование и эксплуатация теплообменных аппаратов : учебное пособие для вузов / Б. В. Шишкин. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2011. - 128с.

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов: в 2 ч. Ч.2 : Массообменные процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. - М.: Химия, 1992. - 384с.

2. Земенков, Ю. Д. Эксплуатация оборудования и объектов газовой промышленности (Том 1) / Земенков Ю.Д., Васильев Г.Г., Гульков А.Н. - М.:Инфра-Инженерия, 2007. - 1216 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. –Режим доступа : <http://znanium.com>, свободный. – Загл. с экрана.

3. Соколов, Л. И. Переработка и утилизация нефтесодержащих отходов: Монография / Соколов Л.И., - 2-е изд., испр. и доп. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 160 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. –Режим доступа : <http://znanium.com>, свободный. – Загл. с экрана.

4. Медведева Ч.Б. Прикладная химия. Химия и технология подготовки нефти [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ч.Б. Медведева, Т.Н. Качалова, Р.Г. Тагашева. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. - 81 с. // IPRbooks : электронно-библиотечная система – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63968.html>.

5. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Леонтьева. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. // IPRbooks : электронно-библиотечная система – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/664134.html>.

6. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Леонтьева. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. // IPRbooks : электронно-библиотечная система — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/664134.html>.

7. ГОСТ 34233.7-2017. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты [Текст] = Norms and methods of strength calculation. Heat-exchangers : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 декабря 2017 г. № 1995-ст в качестве национального стандарта Российской Федерации : введен впервые : дата введения 2018-08-01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, "Межгосударственный технический комитет по стандартизации МТК 523 "Техника и технологии добычи и переработки нефти и газа" [и др.]. - Москва : Стандартинформ, 2018. - IV, 53, [1] с. : ил., табл.; 29 см. - (Сосуды и аппараты = Vessels and apparatus).

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

2. Шишкин, Б.В. Прочность и вибрация кожухотрубчатых теплообменных аппаратов: учебное пособие / Б. В. Шишкин. - 2-е изд., доп.; 1-е изд. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2013. - 141с.

3. Шишкин, Б.В. Теплотехнический расчёт и оформление заказа на теплообменный аппарат: Учебное пособие для вузов / Б. В. Шишкин. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2014. - 54с.

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. Профессиональная справочная система "Техэксперт" (доступ в локальной сети университета, НТП КнАГУ).
2. Портал машиностроения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mashportal.ru>, свободный. — Загл. с экрана.
3. Нефтегазовые новости. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://OilGasField.ru>, свободный. — Загл. с экрана.

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Естественно-научный образовательный портал федерального портала «Российское образование» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://en.edu.ru>, свободный. — Загл. с экрана.

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный. — Загл. с экрана.

3. Официальный сайт ФГБУ ФИПС <http://www1.fips.ru>.

4. Научная электронная библиотека IPRbooks [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>, свободный. — Загл. с экрана.

5. Научная электронная библиотека ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. — Режим доступа : <http://znanium.com>, свободный. — Загл. с экрана.

При осуществлении образовательного процесса рекомендуется использование информационно-справочной системы онлайн-доступа к полному собранию технических нормативно-правовых актов РФ, аутентичному официальной базе <http://gostrf.com>. Все электронные копии представленных в ней документов могут распространяться без каких-либо ограничений

## 8.6 Лицензионное программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты/условия использования
Пакет «ПАССАТ» компании НТП «Трубопровод»	Учебная, сетевая, 10.2022 г.
Пакет «T-flex CAD 3D»	Академическая, сетевая, бессрочная
Пакет «AutoCAD»	Академическая, сетевая, 11.12.2021 г.

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### 9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### 9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

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

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### 9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

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

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

#### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

#### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Лаборатория 1/1	Лаборатория оборудования нефтегазопереработки	Действующий кожухотрубчатый теплообменный аппарат

### 10.2 Технические и электронные средства обучения

Таблица 7 – Техническое и электронное обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
203-2	Лекционная аудитория, медиа	1 персональная ЭВМ; 1 экран с проектором	Проведение лекционных занятий в виде презентаций, просмотр видеофильмов, защита индивидуальных заданий в виде презентаций.
105-2	Лаборатория деталей машин и основ конструирования, медиа		
2066-2	Лаборатория автоматизированного расчета оборудования нефтегазопереработки	10 персональных ЭВМ; сеть «Интернет»; лицензионный программный продукт - пакет «ПАССАТ» компании НТП «Трубопровод», лицензионный программный продукт - пакет «Т-flex», лицензионный программный продукт - пакет «AutoCAD».	Проведение практических занятий

## 11 Другие сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

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

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

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

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

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

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

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

#### «Технологические машины»

Направление подготовки	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль) образовательной программы	Машины и аппараты химических производств
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовой проект, Зачет с оценкой	Кафедра «Машиностроение»



## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
ПК-3 способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	31(ПК-3-3) Знать: прикладные программы для расчетов технологических машин.	У1(ПК-3-3) Уметь: использовать информационные технологии для расчетов технологических машин	Н1(ПК-3-3) Владеть навыками проектирования технологических машин в прикладных программах

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
<b>Введение.</b>	31(ПК-3-3)	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
	31(ПК-3-3)	Текущий опрос на занятиях.	1) Полнота и глубина ответа на контрольный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно построить ответ.
<b>Машины и аппараты нефтехимической промышленности.</b>	31(ПК-3-3)	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
	31(ПК-3-3)	Текущий опрос на занятиях.	1) Полнота и глубина ответа на контрольный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно построить ответ.
	У1(ПК-3-3) Н1(ПК-3-3)	Разноуровневые задачи по темам: применение массооб-	1) Владение умением применять теоретические знания при выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Логичность и правильность изложения материала. 3) Полнота изложения материала.

		менных аппаратов по процессам ректификации, экстракции	4) Достаточность пояснений и выводов.
	У1(ПК-3-3) Н1(ПК-3-3)	Курсовой проект (КП)	1) Владение умением применять теоретические знания при выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Владения методами расчета устройств нефтехимической промышленности 3) Логичность и правильность изложения материала. 4) Полнота изложения материала. 5) Достаточность пояснений и выводов.
<b>Кожухотрубчатые теплообменные аппараты.</b>	З1(ПК-3-3)	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
	З1(ПК-3-3)	Текущий опрос на занятиях.	1) Полнота и глубина ответа на контрольный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно построить ответ.
	У1(ПК-3-3) Н1(ПК-3-3)	Разноуровневые задачи по темам: аппараты нефтехимической промышленности, теплообменники воздушного типа, экстракторы	1) Владение умением применять теоретические знания при выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Логичность и правильность изложения материала. 3) Полнота изложения материала. 4) Достаточность пояснений и выводов.
	У1(ПК-3-3) Н1(ПК-3-3)	Курсовой проект (КП)	1) Владение умением применять теоретические знания при выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Владение методикой расчета кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. 3) Логичность и правильность изложения материала. 4) Полнота изложения материала. 5) Достаточность пояснений и выводов.
<b>Теплообменники воздушного типа.</b>	З1(ПК-3-3)	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
	З1(ПК-3-3)	Текущий опрос на за-	1) Полнота и глубина ответа на контрольный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно постро-

		нениях.	ить ответ.
	У1(ПК-3-3) Н1(ПК-3-3)	Разноуровневые задачи по темам: аппараты нефтехимической промышленности, теплообменники воздушного типа, экстракторы	1) Владение умением применять теоретические знания при выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Логичность и правильность изложения материала. 3) Полнота изложения материала. 4) Достаточность пояснений и выводов.
<b>Теплообменники пластинчатые и спиральные.</b>	31(ПК-3-3)	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
	31(ПК-3-3)	Текущий опрос на занятиях.	1) Полнота и глубина ответа на контрольный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно построить ответ.
<b>Циклоны и экстракторы.</b>	31(ПК-3-3)	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
	31(ПК-3-3)	Текущий опрос на занятиях.	1) Полнота и глубина ответа на контрольный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно построить ответ.
	У1(ПК-3-3) Н1(ПК-3-3)	Разноуровневые задачи по темам: аппараты нефтехимической промышленности, теплообменники воздушного типа, экстракторы	1) Владение умением применять теоретические знания при выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Логичность и правильность изложения материала. 3) Полнота изложения материала. 4) Достаточность пояснений и выводов.
<b>Колонные аппараты.</b>	31(ПК-3-3)	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
	31(ПК-3-3)	Текущий опрос на занятиях.	1) Полнота и глубина ответа на контрольный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно построить ответ.

	У1(ПК-3-3) Н1(ПК-3-3)	Разноуровневые задачи по темам: аппараты нефтехимической промышленности, теплообменники воздушного типа, экстракторы	1) Владение умением применять теоретические знания при выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Логичность и правильность изложения материала. 3) Полнота изложения материала. 4) Достаточность пояснений и выводов.
<b>Реакционные аппараты.</b>	З1(ПК-3-3)	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
	З1(ПК-3-3)	Текущий опрос на занятиях.	1) Полнота и глубина ответа на контрольный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно построить ответ.
	У1(ПК-3-3) Н1(ПК-3-3)	Разноуровневые задачи по темам: аппараты нефтехимической промышленности, теплообменники воздушного типа, экстракторы	1) Владение умением применять теоретические знания при выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Логичность и правильность изложения материала. 3) Полнота изложения материала. 4) Достаточность пояснений и выводов.
<b>Трубчатые печи типа ВС и ГС.</b>	З1(ПК-3-3)	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
	З1(ПК-3-3)	Текущий опрос на занятиях.	1) Полнота и глубина ответа на контрольный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно построить ответ.
	У1(ПК-3-3) Н1(ПК-3-3)	Разноуровневые задачи по темам: аппараты нефтехимической промышленности, теплообменники	1) Владение умением применять теоретические знания при выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Логичность и правильность изложения материала. 3) Полнота изложения материала. 4) Достаточность пояснений и выводов.

		воздушного типа, экс-тракторы	
<b>Кристаллизаторы</b>	З1(ПК-3-3)	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
	З1(ПК-3-3)	Текущий опрос на занятиях.	1) Полнота и глубина ответа на контрольный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно построить ответ.
	У1(ПК-3-3) Н1(ПК-3-3)	Разноуровневые задачи по темам: аппараты нефтехимической промышленности, теплообменники воздушного типа, экс-тракторы	1) Владение умением применять теоретические знания при выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Логичность и правильность изложения материала. 3) Полнота изложения материала. 4) Достаточность пояснений и выводов.
<b>Машины для мониторинга природных сред</b>	З1(ПК-3-3)	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
	З1(ПК-3-3)	Текущий опрос на занятиях.	1) Полнота и глубина ответа на контрольный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно построить ответ.
Промежуточная аттестация Разделы 2-11	З1(ПК-3-3) У1(ПК-3-3) Н1(ПК-3-3)	Зачет с оценкой	Демонстрирует практическое использование стандартных методов проектирования и конструирования машин и аппаратов нефтехимической отрасли, машин для мониторинга природных сред.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой

**2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<b>7 семестр</b> <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Конспект лекций студента	В течение семестра	5	<b>5 баллов:</b> - все лекции в наличии; - конспект ведётся аккуратно и понятно; - тексты отличаются логическим построением и связностью; - студент легко ориентируется в пройденном материале.
			<b>3 балла:</b> - все лекции в наличии; - конспект ведётся понятно и связно; - студент хорошо ориентируется в пройденном материале.
			<b>4 балла:</b> - все лекции в наличии; - конспект не отличается связностью и аккуратностью; - студент с трудом ориентируется в пройденном материале.
			<b>2 балла:</b> - много пропущенных лекций; - тексты в конспекте разбираются с трудом; - студент плохо ориентируется в пройденном материале.
			<b>0 баллов:</b> конспекта лекций нет.
Теоретические вопросы текущего опроса (2 вопроса)	В течение семестра	5	<b>5 баллов:</b> - полно излагает материал (отвечает на вопрос); - обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения; - может привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; - излагает материал последовательно.
			<b>4 балла:</b> - дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для 5 баллов,; - допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет; - допускает 1-2 недочета в последовательности

			и языковом оформлении излагаемого.
			<p><b>3 балла:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно;</li> <li>- допускает неточности в определении понятий;</li> <li>- излагает материал непоследовательно.</li> </ul>
			<p><b>2 балла:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса; - допускает ошибки в формулировке определений;</li> <li>- беспорядочно и неуверенно излагает материал.</li> </ul>
			<b>0 баллов:</b> конспекта лекций нет.
Разноуровневые задачи по темам: аппараты нефтехимической промышленности, теплообменники воздушного типа, экстракторы по разделам 3,4 (ПР)	В течение семестра	10	<p><b>10 баллов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отчёт по ПР выполнен в полном объеме, аккуратно, в соответствии с требованиями РД 013-2016;</li> <li>- студент продемонстрировал прочное владение навыками проведения стандартных методов проектирования и конструирования машин и аппаратов переработки нефти и газа и точно ответил на контрольные вопросы.</li> </ul>
			<p><b>7 баллов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отчёт по ПР выполнен в полном объеме, аккуратно, в соответствии с требованиями РД 013-2016;</li> <li>студент продемонстрировал хорошее владение навыками проведения стандартных методов проектирования и конструирования машин и аппаратов переработки нефти и газа и ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения.</li> </ul>
			<p><b>5 баллов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отчёт по ПР выполнен в полном объеме, оформлен с устранимыми ошибками;</li> <li>студент продемонстрировал удовлетворительные навыки проведения стандартных методов проектирования и конструирования машин и аппаратов переработки нефти и газа и не смог полностью объяснить полученные результаты.</li> </ul>
			<p><b>3 баллов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отчёт по ПР выполнен неряшливо, с отступлениями от требований РД 013-2016;</li> <li>студент не может объяснить полученные результаты, ответить на контрольные вопросы.</li> </ul>

			<b>0 баллов:</b> работа не выполнена
Разноуровневые задачи по темам: аппараты нефтехимической промышленности, теплообменники пластинчатого типа, циклоны по разделам 5,6 (ПР)	В течение семестра	10	<b>10 баллов:</b> – отчёт по ПР выполнен в полном объеме, аккуратно, в соответствии с требованиями РД 013-2016; – студент продемонстрировал прочное владение навыками проведения стандартных методов проектирования и конструирования машин и аппаратов переработки нефти и газа и точно ответил на контрольные вопросы.
			<b>7 баллов:</b> – отчёт по ПР выполнен в полном объеме, аккуратно, в соответствии с требованиями РД 013-2016; студент продемонстрировал хорошее владение навыками проведения стандартных методов проектирования и конструирования машин и аппаратов переработки нефти и газа и ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения.
			<b>5 баллов:</b> – отчёт по ПР выполнен в полном объеме, оформлен с устранимыми ошибками; студент продемонстрировал удовлетворительные навыки проведения стандартных методов проектирования и конструирования машин и аппаратов переработки нефти и газа и не смог полностью объяснить полученные результаты.
			<b>3 баллов:</b> – отчёт по ПР выполнен неряшливо, с отступлениями от требований РД 013-2016; студент не может объяснить полученные результаты, ответить на контрольные вопросы.
			<b>0 баллов:</b> работа не выполнена
<b>ИТОГО:</b>		30 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			



**Промежуточная аттестация в форме «КП»**

По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания

- оценка «отлично» выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научно-творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой.

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Теоретические вопросы, разноуровневые задачи для текущего опроса на занятиях  
Тема 1 Введение.

- 1) Чем отличаются физические методы переработки нефти и газа?
- 2) На чем основаны химические методы переработки нефти и газа, чем они отличаются?
- 3) Что понимается под термином «переработка нефти и газа»?
- 4) Чем устанавливаются показатели переработки нефти и газа?
- 5) Перечислите основные задачи при переработке нефти и газа.
- 6) Из чего исходят при выборе метода переработки нефти и газа?
- 7) Какие необходимо выполнять требования при проведении технологического процесса переработки нефти и газа?
- 8) Перечислить основные требования к технологическим устройствам, используемым при переработке нефти и газа.
- 9) При каких температурах и давлениях происходит переработка нефти и газа?
- 10) Назвать специальные требования к оборудованию для переработки нефти и газа.

Тема 2 Машины и аппараты химической и нефтехимической промышленности.

- 1) Какие машины используются в нефтехимической промышленности?
- 2) В чем особенность аппаратов, используемых в нефтехимической промышленности?

- 3) Привести классификацию машин и аппаратов, используемых в технологическом процессе ректификации.
- 4) Привести классификацию машин и аппаратов, используемых в технологическом процессе стабилизации.
- 5) Привести классификацию машин и аппаратов, используемых в технологическом процессе абсорбции.
- 6) Привести классификацию машин и аппаратов, используемых в технологическом процессе экстракции.
- 7) Определить предельные значения условий работы оборудования переработки нефти и газа.
- 8) Как обеспечивается химическая и коррозионная стойкость материалов в агрессивной среде?
- 9) Определить способы снижения стоимости материалов, используемых при создании машин и аппаратов нефтехимической промышленности.
- 10) Как обеспечивается механическая прочность, герметичность при создании машин и аппаратов нефтехимической промышленности?
- 11) Чем определяется технологичность конструкции машин и аппаратов нефтехимической промышленности?
- 12) Какие задачи возникают при простой утилизации устаревшего оборудования
- 13) Каким испытаниям подвергают машин и аппаратов нефтехимической промышленности?
- 14) Какие документы нормируют расчет и конструирование машин и аппаратов нефтехимической промышленности?
- 15) При каких условиях допускается гидравлическое и пневматическое испытание машин и аппаратов нефтехимической промышленности?
- 16) Какими факторами определяется выбор материалов машин и аппаратов нефтехимической промышленности?

Решение задач по определению параметров машин и аппаратов химической и нефтехимической промышленности.

Пример 1 Определить толщину опорного кольца для цилиндрического вертикального аппарата для  $G$  – максимальный вес аппарата,  $H$ ;  $M$  – расчетный ветровой момент,  $H \cdot м$ ;  $q$  – допускаемые удельные нагрузки на опорной поверхности,  $H/м^2$ .

Пример 2 Определить условие прочности неметаллической прокладки для  $P$  – болтовой нагрузки,  $H$ ;  $D_{сп}$  – средний диаметр прокладки,  $м$ ;  $b$  – ширина прокладки,  $м$ ;  $q$  – допускаемое давление,  $МПа$ .

### Тема 3 Кожухотрубчатые теплообменные аппараты.

- 1) Что называется теплообменным аппаратом?
- 2) Определить классификацию теплообменных аппаратов по способу передачи тепла.
- 3) Определить классификацию теплообменных аппаратов по роду рабочих сред.
- 4) Определить классификацию теплообменных аппаратов по назначению.
- 5) Определить классификацию теплообменных аппаратов по направлению движения теплоносителей.
- 6) Определить классификацию теплообменных аппаратов по конструкции.
- 7) Проранжируйте требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам.
- 8) Определить конструкции регенеративного и рекуперативного теплообменных аппаратов
- 9) Привести конструкции жидкостно-жидкостного и газо-жидкостного теплообменных аппаратов
- 10) Привести конструкции теплообменных аппаратов прямого тока и смешанного тока.
- 11) Как различаются теплообменники по жесткости конструкции?

- 12) Как различаются теплообменники по числу ходов конструкции?
- 13) В чем преимущество теплообменников типа П перед типом Н?
- 14) Определит способы сборки теплообменника типа У.
- 15) Перечислить недостатки теплообменников с сальниковыми уплотнениями.
- 16) Что нужно предпринять при транспортировке теплообменника типа К?
- 17) В чем заключаются особенности эксплуатации вертикальных и горизонтальных теплообменников?
- 18) В каком порядке направляют среду в теплообменник для снижения температурных напряжений?
- 19) Что делают с компенсатором при сборке теплообменника : сжимают или растягивают?
- 20) Какие варианты размещения труб в трубной решетке существуют?
- 21) Для чего осуществляется развальцовка труб в отверстие с канавками?
- 22) По каким условиям работы рассчитывают трубную решетку?
- 23) Предложить конструкция поперечной перегородки в теплообменном аппарате.
- 24) Определить винтовую поперечную перегородку в теплообменном аппарате.
- 25) Предназначение и конструкция отбойников в теплообменных аппаратах.
- 26) Предназначение и конструкция продольных перегородок в теплообменных аппаратах.
- 27) Для чего предназначен расширитель на кожухе в теплообменных аппаратах?
- 28) Какие варианты опор существуют для вертикальных теплообменных аппаратов?
- 29) Зачем выполняют оребрение в теплообменнике типа «труба в трубе»?
- 30) Показать конструкцию теплообменника с линзовым компенсатором.

Решение задач по определению конструктивных размеров кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.

Пример 1 Определить осевую силу в трубе теплообменника для давления в межтрубном пространстве 5 МПа, в трубах – 4 МПа. Прочностные характеристики по ГОСТ Р 52857-2007.

Пример 2 Определить осевую силу сжатия кожуха теплообменника для давления в межтрубном пространстве 3 МПа, в трубах – 5 МПа. Прочностные характеристики по ГОСТ Р 52857-2007.

#### Тема 4 Теплообменники воздушного типа.

- 1) Какие способы регулирования теплообмена используют в теплообменниках воздушного типа?
- 2) Зачем используется змеевиковые подогреватель воздуха в теплообменниках воздушного типа?
- 3) Для чего впрыскивают воду в поток воздуха в теплообменниках воздушного типа?
- 4) Зачем применяют диффузор в теплообменниках воздушного типа?
- 5) Определить возможные конструкции вентилятора в теплообменниках воздушного типа?
- 6) Для чего применяют оребрение труб в теплообменниках воздушного типа?
- 7) На какое условное давление выпускаются секции в теплообменниках воздушного типа?
- 8) Определить коэффициент оребрения в теплообменниках воздушного типа.
- 9) Для чего используются жалюзийные заслонки в теплообменниках воздушного типа?
- 10) Представить критерии расчета распределительной камеры в теплообменниках воздушного типа?

11) Могут ли теплообменные секции быть многоходовыми по трубному пространству в теплообменниках воздушного типа?

12) Зачем используют биметаллические в теплообменниках воздушного типа?

Решение задач по определению конструктивных размеров теплообменных аппаратов воздушного охлаждения.

Пример 1 Определить допустимую нагрузку из условия прочности труб теплообменника воздушного охлаждения для расчетного давления 5 МПа. Прочностные характеристики по ГОСТ Р 52857-2007.

Пример 2 Определить расчетное усилие в шпильках в условиях эксплуатации теплообменника воздушного охлаждения для расчетного давления 5 МПа. Прочностные характеристики по ГОСТ Р 52857-2007.

Тема 5 Теплообменники пластинчатые и спиральные.

1) Почему в пластинчатых теплообменниках используют гофрированные пластины?

2) Сколько отверстий предусмотрено в каждой пластине в пластинчатых теплообменниках?

3) При каких максимальных физических параметрах работают пластинчатые теплообменники?

4) Сколько пластин можно использовать в одном аппарате?

5) Какие схемы компоновки пластин используются в пластинчатых теплообменниках?

6) В чем заключается эффект самоочистки в спиральных теплообменниках?

7) Определить диапазон температур и давлений для спирального теплообменника.

8) Для чего выполняют усиление крышки спирального теплообменника?

9) Какие материалы используются для изготовления прокладок спирального теплообменника?

10) Для чего используется коллектор на патрубке спирального теплообменника?

11) В чем упрощена схема технического обслуживания спирального теплообменника?

12) Является ли обязательным закрепление теплопередающей спирали в спиральном теплообменнике?

Тема 6 Циклоны и экстракторы.

1) В чем заключается процесс жидкостной экстракции?

2) Назвать принципиальные отличия гравитационных и центробежных экстракторов.

3) Привести классификацию центробежных экстракторов.

4) Определить конструкцию камерного центробежного экстрактора.

5) Особенности эксплуатации камерных центробежных экстракторов.

6) Определить конструкцию центробежного экстрактора дифференциально-контактного типа.

7) Особенности эксплуатации центробежных экстракторов дифференциально-контактного типа.

8) Определить конструкцию безнапорного центробежного экстрактора дифференциально-контактного типа

9) Определить предназначение циклонов.

10) Представить особенности конструкции одиночных и групповых циклонов.

11) В чем заключается условное обозначение одиночного циклона?

12) В чем измеряется эффективность очистки газов в циклонах?

13) Для чего необходимы в конструкции циклона предохранительные клапаны на входном патрубке?

Решение задач по определению параметров циклонов.

Пример 1 Определить степень улавливания твердых частиц (30 мкм) для циклона ЦН-15. Плотность пыли – 1,5 кг/м<sup>3</sup>. Сопротивление циклона 200 мм вод. ст. Вязкость газа - 1 Н с/м<sup>2</sup>.

Пример 2 Определить размеры циклона типа ЦР степень улавливания твердых частиц (30 мкм) составляет 70%. Плотность пыли – 1,5 кг/м<sup>3</sup>. Сопротивление циклона 200 мм вод. ст. Вязкость газа - 1 Н с/м<sup>2</sup>.

#### Тема 7 Колонные аппараты.

- 1) Назвать предназначение колонного аппарата.
- 2) Классификация колонных аппаратов по способу обеспечения контакта между жидкостью и газом.
- 3) Классификация колонных аппаратов по величине давления.
- 4) Классификация колонных аппаратов по технологическому назначению.
- 5) Конструкция колонных аппаратов с фиксированной поверхностью контакта сред.
- 6) Конструкция колонных аппаратов с поверхностью контакта сред, образуемой в процессе движения.
- 7) Конструкция колонных аппаратов с внешним подводом энергии.
- 8) В чем заключаются основные требования к колонным аппаратам?
- 9) В каком случае тарельчатые колонны выполняются из частей различного диаметра?
- 10) При каких условиях тарельчатая колонна выполняется в царговом варианте?
- 11) Определить функцию переливной перегородки в тарельчатой колонне.
- 12) Какие основные параметры определяют работу контактных массообменных устройств?
- 13) Определить диапазон устойчивой работы контактного устройства.
- 14) Показать несколько вариантов движения потоков жидкости по тарелке колонного аппарата.
- 15) Зачем используется отражательная пластина в устройстве для подачи сырья в колонну?
- 16) Определить конструкцию колпачковой тарелки.
- 17) Определить конструкцию клапанной тарелки.
- 18) Определить конструкцию тарелки с S-образными элементами.
- 19) Определить конструкцию тарелки с туннельными колпачками.
- 20) Определить конструкцию ситчатой тарелки.
- 21) Определить конструкцию решетчатой тарелки.
- 22) Определить конструкцию каскадно-промывной тарелки.
- 23) В чем заключается явление «захлебывания» устройства вывода газового продукта из колонного аппарата.
- 24) Построить график устойчивой работы колонного аппарата.
- 25) В чем заключается механический расчет тарелок?
- 26) Выполнить упрощенный расчет ректификационной колонны.
- 27) В чем заключается гидромеханический расчет тарельчатого колонного аппарата?
- 28) Почему насадка в колонне располагается в несколько слоев?
- 29) При каких условиях работы колонны используют регулярную насадку?
- 30) Показать различия в конструкции колец Рашига и колец Палля.
- 31) Определить варианты конструкции устройства для распределения жидкости в насадочной колонне.
- 32) В чем заключается гидромеханический расчет насадочного колонного аппарата?
- 33) Определить конструкцию гравитационного ситчатого экстракционного колонного аппарата.
- 34) Определить конструкцию экстракционного колонного аппарата смесительно-отстойного типа.

- 35) Определить конструкцию экстракционного колонного аппарата роторно-дискового типа.
- 36) Определить конструкцию экстракционного колонного аппарата вибрационного типа.

Решение задач по определению параметров колонного аппарата.

Пример 1 Определить параметры переливного устройства колонного аппарата для  $l$  – диаметр слива, м;  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $\delta$  – зазор между основанием тарелки и нижней кромкой сливного стакана, м;  $L$  – массовый расход жидкости, кг/с .

Пример 2 Определить минимальный диаметр колонны  $D$ , м для объемного расхода пара  $v$ , м<sup>3</sup>/с;  $\omega$  – скорость пара, м/с.

#### Тема 8 Реакционные аппараты.

- 1) Определить предназначение реакционных аппаратов.
- 2) Представить классификацию реакционных аппаратов непрерывного действия.
- 3) Представить классификацию реакционных аппаратов по агрегатному состоянию реагентов.
- 4) Представить классификацию реакционных аппаратов по наличию катализаторов.
- 5) Представить классификацию реакционных аппаратов на твердом катализаторе.
- 6) Как выводится продукт из зоны отпарки реактора каталитического крекинга с движущимся катализатором?
- 7) Какое устройство позволяет равномерно распределять катализатор в реакционной зоне реактора каталитического крекинга с движущимся катализатором?
- 8) Какую функцию выполняет регенератор в установках каталитического крекинга?
- 9) Зачем используется система охлаждения регенератора в установках каталитического крекинга?
- 10) В чем преимущество совмещенной установки реактор – регенератор в установках каталитического крекинга?
- 11) Определить конструкцию реактора каталитического риформинга.
- 12) В чем предназначение реактора каталитического риформинга?
- 13) С помощью какого устройства предупреждается унос катализатора в реакторе каталитического риформинга?
- 14) Представить конструкцию реактора гидроочистки дизельного топлива.
- 15) Определить предназначение реактора гидрокрекинга.
- 16) Как работает реакционная камера коксования?
- 17) Почему в конструкции установки замедленного коксования используется гидрорезак?

Решение задач по определению параметров реакционных аппаратов.

Пример 1 Определить номинальный объем реактора для  $V$  – объемный расход реакционной смеси, м<sup>3</sup>/с;  $a$  – коэффициент резерва мощности;  $\varphi$  коэффициент заполнения реактора;  $\tau$  – время реакции, с.

Пример 2 Определить мощность привода реактора-котла с мешалкой для плотности реакционной смеси, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  коэффициент динамической вязкости, Па·с;  $n$ - число оборотов мешалки, об/с;  $d$  – диаметр мешалки, м;  $D$ -диаметр аппарата, м;  $H$  – высота мешалки, м.

#### Тема 9 Трубчатые печи типа ВС и ГС.

- 1) Представить классификацию печей по технологическому назначению.
- 2) Представить классификацию печей по способу передачи тепла нагреваемому продукту.
- 3) Представить классификацию радиационно-конвекционных печей по конструкции.

- 4) Представить классификацию радиационно-конвекционных печей по форме каркаса печи.
- 5) Представить классификацию радиационно-конвекционных печей по числу камер радиации.
- 6) Представить классификацию радиационно-конвекционных печей по расположению трубного змеевика.
- 7) Представить классификацию радиационно-конвекционных печей по расположению горелок.
- 8) Представить классификацию радиационно-конвекционных печей по виду топлива.
- 9) Представить классификацию радиационно-конвекционных печей по способу сжигания топлива.
- 10) Представить классификацию радиационно-конвекционных печей по расположению дымовой трубы.
- 11) Представить классификацию радиационно-конвекционных печей по варианту движения дымовых газов.
- 12) Представить классификацию нагревательных печей НПЗ по форме каркаса печи.
- 13) Какая часть тепла передается сырью в радиантной камере и в конвекционной камере нагревательной печи?
- 14) Как регулируют теплоотдачу трубчатой нагревательной печи?
- 15) В чем предназначение выхлопных окон трубчатых нагревательной печей?
- 16) Где располагаются трубы цилиндрической трубчатой нагревательной печи?
- 17) В чем заключается типовой расчет элементов трубчатой нагревательной печи?
- 18) Как закрепляется огнеупорный кирпич в типовой конструкции нагревательной печи?
- 19) На что рассчитываются колонны каркаса нагревательной печи?
- 20) Определить конструкцию подвесок для труб и кирпича трубчатой нагревательной печи.
- 21) Определить конструкцию ретурбедов трубчатой нагревательной печи.
- 22) В чем основные недостатки ретурбедов, используемых для соединения труб в нагревательной печи?
- 23) Определить основные конструкции горелок трубчатой печи.
- 24) Представить основные технические характеристики газомазутных факельных горелок.

Решение задач по определению параметров трубчатой печи.

Пример 1 Рассчитать камеру радиации печи пиролиза для этановой фракции для производительности по сырью  $G$ , кг/ч; расход водяного пара  $Z$ , кг/час; температура сырья на входе в печь  $t$ , град

Пример 2 Определить фактический расход воздуха в печи для  $\alpha$  – коэффициент избытка воздуха;  $C$  - элементарный состав газообразного топлива по углероду, %;  $H$  - элементарный состав газообразного топлива по водороду, %;

#### Тема 10 Кристаллизаторы.

- 1) Определить физико-химические процессы при кристаллизации.
- 2) Представить классификацию промышленных кристаллизаторов по принципу действия.
- 3) Как устроен выпарной аппарат-кристаллизатор?
- 4) Представить конструкцию кристаллизатора с охлаждающими змеевиками.
- 5) Представить классификацию промышленных кристаллизаторов по условию образования и роста кристаллов.
- 6) Конструкции поверхностных кристаллизаторов: вальцевых и ленточных.
- 7) Конструкция объемного кристаллизатора с рубашкой и мешалкой.

- 8) Конструкция кристаллизатора с псевдооживленным слоем.
- 9) Конструкция барабанного кристаллизатора с воздушным испарительным охлаждением.
- 10) Преимущества кристаллизации расплавов (фракционное плавление) по сравнению с ректификацией и экстракцией.

Решение задач по определению параметров кристаллизаторов.

Пример 1 Определить плотность орошения трубчатого пленочного аппарата для изотермической кристаллизации при  $G$  – массовый расход исходного раствора, кг/с;  $\Pi$  – полный смоченный периметр труб аппарата, м;  $\rho$  – плотность исходного раствора, кг/м<sup>3</sup>.

Пример 2 Определить действительную тепловую нагрузку трубчатого выпарного аппарата для изотермической кристаллизации при  $D$  – расход греющего пара, кг/с;  $u$  – энтальпия греющего пара;  $u_k$  – энтальпия конденсата.

Тема 11 Машины для мониторинга природных сред.

- 1) Определить классификацию центрифуг по принципу разделения неоднородных систем..
- 2) Представить условное обозначение центрифуг по ОСТ 26-01-1326-75.
- 3) Что определяет фактор разделения для центрифуг?
- 4) Представить конструкцию центрифуги непрерывного действия.
- 5) Определить возможные частоты вращения ротора центрифуги.
- 6) Определить конструкцию сухих и мокрых электрофильтров.
- 7) Как осуществляется удаление с электродов электрофильтров?
- 8) Определить конструкцию рукавного фильтра.
- 9) Назвать материалы для изготовления рукавов фильтра.

Курсовой проект (КП)

Тема: «Проектирование кожухотрубчатого теплообменного аппарата»

Индивидуальное задание (КП) состоит из двух частей:

- теоретической части;
- расчетно-графической части.

При выполнении теоретической части индивидуального задания необходимо рассмотреть и проанализировать следующие вопросы:

- 1) Конструкцию и предназначение кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.
- 2) Методы расчета и проектирования кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.
- 3) Влияние характеристик жидких сред на конструкцию кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.
- 4) Особенности применения материалов для изготовления кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.
- 5) Возможности использования отечественных и зарубежных пакетов прикладных программ для расчета кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.

Примеры типовых заданий на курсовой проект.

Вариант 1

Спроектировать одноходовой кожухотрубчатый теплообменный аппарат с U-образными трубами с диаметром кожуха 500 мм, длиной труб 6000 мм, давлением в трубах 3 МПа, в кожухе – 4 МПа.

Вариант 2

Спроектировать двухходовой кожухотрубчатый теплообменный аппарат с плавающей головкой с диаметром кожуха 500 мм, длиной труб 3000 мм, давлением в трубах 5 МПа, в кожухе – 4 МПа.

Вариант 3

Спроектировать двухходовой кожухотрубчатый теплообменный аппарат с неподвижными трубными решётками с диаметром кожуха 500 мм, длиной труб 6000 мм, давлением в трубах 2 МПа, в кожухе – 4 МПа.



Расчетно-графическая часть индивидуального задания выполняется по методике, изложенной в следующих изданиях:

- Выбор допустимых напряжений для материалов химического оборудования: методические указания / сост. : Б.В.Шишкин. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КНАГТУ», 2001. – 31 с.
- Кожухотрубный теплообменник: методические указания / сост. : Б.В.Шишкин. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КНАГТУ», 2004. – 16 с.
- Жижина А.В. Теплообменные аппараты: учебное пособие. – СПб., СПбТЭИ, 1996. - 40 с.
- Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки: учебн. пособие / И.И.Поникаров и др.- М.: Альфа-М, 2008.-720 с.
- Шишкин Б.В. Конструирование и эксплуатация теплообменных аппаратов: учеб. пособие / Шишкин Б.В. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КНАГТУ», 2011.-128 с.
- Шишкин Б.В. Прочность и вибрация кожухотрубчатых теплообменных аппаратов: учеб. пособие / Шишкин Б.В. – Комсомольск-на-Амуре : ФБГОУ ВПО «КНАГТУ», 2013.-142 с.
- Аппараты теплообменные. Каталог / сост. Головачев В.Л. и др. – М. : АООТ «ВНИИНЕФТЕМАШ», 2001.- 89 с.
- ISO 16812:2002 Нефтяная и газовая промышленность. Кожухотрубные теплообменники.
- Введ.впервые.- М.: Стандартиформ, 2011.- 40 с.
- Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования Т.1-3.- Калуга: Из-во Н. Ф. Бочкаревой, 2002, т.1-3.
- Лицензионный пакет компании НТП «Трубопровод» «ПАССАТ 3.00.0.5.» (Лицензионное соглашение №272/PST от 17.10 2010 г). Лаборатория «Автоматизированного расчета оборудования нефтегазопереработки» кафедры МАХП.

Методические указания к курсовому проекту размещены в лаборатории «Автоматизированного расчета оборудования нефтегазопереработки» кафедры МАХП. В указанных методических указаниях приведены варианты заданий по определению конструкции циклона. Номер варианта задания выбирается в соответствии со списочным составом группы. Графическая часть работы оформляется в виде чертежей кожухотрубчатого теплообменника и его узлов.

Контрольные теоретические вопросы для собеседования при защите курсового проекта

1. Чем определяется выбор материала теплообменного аппарата?
2. Какие варианты размещения труб в теплообменнике существуют?
3. Начертить схему развальцовки труб в решетке.
4. Для чего проводится термообработка теплообменного аппарата?
5. Что предусмотрено в конструкции теплообменного аппарата для определения скорости коррозии кожуха?
6. Как собирают теплообменный аппарат с линзовым компенсатором?
7. Как проводить дренаж полостей теплообменного аппарата?
8. Как осуществляется затяжка фланцевого соединения теплообменного аппарата?
9. Для чего необходима периодическая чистка теплообменного аппарата?
10. Почему вибрируют трубы в теплообменном аппарате?
11. Как осуществить теплоизоляцию теплообменного аппарата?

Рекомендации по отдельным видам деятельности студентов приведены в приложении таблице 4.

Таблица 4 Методические указания к отдельным видам деятельности

Вид учебного занятия	Организация деятельности студента
----------------------	-----------------------------------

Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, выводы. Помечать важные мысли. Выделять ключевые слова, термины. Делать пометки на вопросах, терминах, блоках в тексте, которые вызывают затруднения, после чего постараться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если ответ не найден, то на консультации обратиться к преподавателю
Практическое занятие	Знакомство с темой и целью лабораторной работы. Усвоение основных теоретических сведений по теме работы. Проведение расчетов по методике, изложенной в методических указаниях под наблюдением преподавателя. Обработка полученных данных и оформление отчета. Защита практической работы.
Самостоятельная работа	Для более глубокого изучения разделов дисциплины предусмотрены отдельные виды самостоятельной работы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучение теоретических разделов дисциплины;</li> <li>- подготовка отчетов по практическим работам и к их защите;</li> <li>- выполнение и защита курсового проекта</li> </ul>