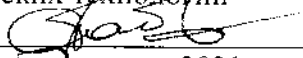


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет машиностроительных и химиче-  
ских технологий

 Саблин П.А.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Теоретические основы расчета машин и аппаратов переработки**  
**нефти и газа»**

Направление подготовки Специальность	«Технологические машины и оборудование»
Направленность (профиль) образовательной программы Специализация	«Оборудование нефтегазопереработки»
Квалификация выпускника	магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	очная форма
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра Машиностроение

Разработчик рабочей программы:

Профессор кафедры МС, д.т.н.

(должность, степень, ученое звание)



(подпись)

Сариллов М.Ю.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Машиностроение»



(подпись)

Сариллов М.Ю.

(ФИО)

## 1 Общие положения

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «**Теоретические основы расчета машин и аппаратов переработки нефти и газа**» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1026 от 14.08.2020, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «по направлению **15.04.02 «Технологические машины и оборудование»** программа «Оборудование нефтегазопереработки»

### **Практическая подготовка реализуется на основе:**

- Профессиональный стандарт 40.011 «СПЕЦИАЛИСТ ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИМ РАЗРАБОТКАМ». Обобщенная трудовая функция: В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем

Задачи дисциплины	освоение научно обоснованных методов и получение практических навыков расчета наиболее распространенных элементов машин и аппаратов переработки нефти и газа; развитие технического творчества при решении задач по расчету машин и аппаратов переработки нефти и газа; Дисциплина «Теоретические основы расчета машин и аппаратов переработки нефти и газа» развивается в связи с прогрессом науки и техники: появляются новые материалы, технологии, детали и узлы. Благодаря вычислительной технике возросли точность и значимость расчетов, изменился характер проектирования. Процесс проектирования дополнился новым этапом, на котором для испытания деталей и узлов используются математические модели. Экономическое обоснование и оптимизация стали обязательными элементами любого проектирования. Кроме того, задачей дисциплины является изучение новых представлений, определений, терминов, которые необходимо не только понять и запомнить, но и которыми необходимо научиться свободно оперировать. При изучении дисциплины необходимо усвоить: основные термины и определения; критерии работоспособности и расчета машин и аппаратов; выбор материала в соответствии с главными критериями их работоспособности; методики расчета машин и аппаратов; основы автоматизированного расчета машин и аппаратов.
Основные разделы / темы дисциплины	Общие принципы и методология расчета машин и аппаратов отрасли. Теоретические основы инженерных методик расчета элементов технологического оборудования. Основы расчета аппаратов колонного типа. Основы расчета теплообменной аппаратуры. Расчет и конструирование аппаратов высокого давления. Расчет и конструирование оборудования, работающего в условиях динамических колебаний. Работы по совершенствованию и модернизации элементов машин и аппаратов отрасли.

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

Процесс изучения дисциплины «Теоретические основы расчета машин и аппаратов переработки нефти и газа» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-9 <b>Способен разрабатывать новое технологическое оборудование</b>	ОПК-9.1 Знает методы проектирования и разработки нового оборудования; ОПК-9.2 Умеет проектировать оборудование нефтегазопереработки; ОПК-9.3 Владеет навыками проектирования оборудования нефтегазопереработки.	Знать методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся расчетной части машин и аппаратов отрасли; Уметь разрабатывать технические задания на проектирование, конструирование и расчет машин, приводов, систем, нестандартного оборудования и технологической оснастки машин, приводов, систем; навыки проведения технических расчетов по проектам, технико-экономического анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций. Владеть навыками расчета машин и аппаратов переработки нефти и газа.

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

Дисциплина «Теоретические основы расчета машин и аппаратов переработки нефти и газа» изучается на 2 курсе, 3 семестре.

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

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Технологические машины и аппараты нефтегазопереработки».

## 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>	32
в том числе:	
<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) в том числе в форме практической подготовки:	16
<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	112
Промежуточная аттестация обучающихся – «Экзамен»	36

**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)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
- Ведение. Машины и аппараты нефтегазоперерабатывающей отрасли. Необходимость разработки прочных и надежных конструкций. Оценка работоспособности отдельных элементов машин и аппаратов отрасли. Влияние стандартизации на вновь разрабатываемые конструкции.	1	2	-	-
- Общие принципы и методология расчета машин и аппаратов отрасли. Общие принципы расчета и конструирования химических машин и аппаратов. Основы стандар-	1	2	-	16

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
тизации и нормализации. Принцип оптимальных соотношений взаимосвязанных величин. Вопросы надежности и долговечности конструкций. Требования к расчету машин и аппаратов нефтегазоперерабатывающей промышленности.				
- Теоретические основы инженерных методик расчета элементов технологического оборудования. Расчетные величины при проектировании аппаратов: температура, давление, среда Учет влияния коррозии на срок службы аппарата.	3	4	-	16
- Основы расчета аппаратов колонного типа. Определение расчетных нагрузок, влияние ветровых и сейсмических нагрузок. Расчет корпуса аппарата на прочность, опорной обечайки, опорного кольца.	2	-	-	16
- Основы расчета теплообменной аппаратуры. Конструкции теплообменных аппаратов. Тепловой и гидравлический расчет в теплообменных аппаратах. Расчет компенсации температурных деформаций. Прочностной расчет основных элементов теплообменных аппаратов.	2	-	-	16
- Расчет и конструирование аппаратов высокого давления. Конструктивное исполнение и особенности технологии изготовления аппаратов высокого давления. Конструкция уплотнительных соединений и методы их расчета.*	2	4	-	16
- Расчет и конструирование оборудования, работающего в условиях динамических колебаний. Конструктивное исполнение узлов герметизации для жидких и газообразных сред. Машины с быстро-вращающимся ротором. Расчет критической скорости вращения.	2	-	-	16

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Влияние гироскопического момента, вылета центра масс барабана, упругости опор, собственной массы вала на резонансные явления. Конструкции амортизирующих устройств. Пружинные и резиновые амортизаторы, методы расчета.				
- Работы по совершенствованию и модернизации элементов машин и аппаратов отрасли. Методы расчета и проектирования деталей машин и аппаратов отрасли с учетом материального исполнения, технологии изготовления и свойств среды.	3	4	-	16
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	16	16	0	112

## 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
Изучение теоретических разделов дисциплины	28
Подготовка к занятиям семинарского типа	32
Подготовка и оформление РГР	52
	112

## 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 Беляев, В. М. Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли : учеб. пособие / В. М. Беляев, В. М. Миронов – Томск, 2003. – 168 с.
- 2 Козлита, А. Н. Расчет аппаратов колонного типа на сейсмические и ветровые нагрузки : курсовое проектирование : учеб. пособие / А. Н. Козлита, Е. М. Лямкина, С. И. Лукьянов. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУ ВПО КНАГТУ. – 2004. – 98 с.
- 3 Машины и аппараты химических производств : Учебное пособие для вузов / Под общей редакцией А.С. Тимонина. – Калуга: Изд-во Н.Ф. Бочкаревой. – 2008. – 872 с.
- 4 Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств: учебное пособие / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. – М. : Альфа М, 2006. – 608 с.
- 5 ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Изд-во стандартов. - 1989.
- 6 ГОСТ Р 51274-99. Сосуды и аппараты. Аппараты колонного типа. Нормы и методы расчета на прочность. Изд-во стандартов. – 1989.
7. Калекин, В.С. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии : учебное пособие / В. С. Калекин. - Омск: Изд-во Омского гос.техн.ун-та, 2006. - 92с.
8. 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.
9. 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.
10. Поникаров, И. И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : Учебное пособие / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский. - М.: Альфа-М, 2008. - 720 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
11. Поникаров, И. И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования [Электронный ресурс] : учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров. - М.: Альфа-М, 2010. - 382 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

### **8.2 Дополнительная литература**

- 1 Смирнов, Г. Г. Конструирование безопасных аппаратов для химических нефтехимических производств: учебное пособие / Г. Г. Смирнов – М. : Машиностроение, 1988. – 303 с.
- 2 Голубев, А. Н. Торцевые уплотнения вращающихся валов : учебное пособие / А. Н. Голубев. – М. : Машиностроение, 1974. – 212 с.
- 3 Домашнев, А. Д. Расчет и конструирование химических аппаратов : учебное пособие / А. Д. Домашнев. – М. : Машгиз, 1970. – 624 с.



4 Канторович, З. Б. Основы расчета химических машин и аппаратов : учебное пособие / З. Б. Канторович. – М. : Машгиз, 1970. –356 с.

### 8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1 Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2010. 544 с. [<http://www.iprbookshop.ru/22539.html>].

2 Алямовский А.А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks [Электронный ресурс]/ Алямовский А.А. – Электрон. текстовые данные. – М.: ДМК Пресс, 2010.– 784 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7964>.

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

ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА IPRbooks  
[<http://www.iprbookshop.ru/>]:

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

[http://e-le.lcg.tpu.ru/public/OTM\\_0771/index.html](http://e-le.lcg.tpu.ru/public/OTM_0771/index.html)

<http://www.inventech.ru/lib/triz/triz-0009/>

<http://www.lib.tpu.ru/cgi-bin/viniti/zgate?Init+viniti.xml,viniti.xsl+rus>

<http://www.arbicon.ru>

<http://diss.rsl.ru>

[http://www.lib.tpu.ru/resource\\_mars.html](http://www.lib.tpu.ru/resource_mars.html)

<http://elibrary.ru>

ProQuest Dissertations and Theses <http://proquest.umi.com/login>

Elsevier - ScienceDirect <http://www.sciencedirect.com>

SpringerLink <http://www.springerlink.de>

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

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>

## 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 (практическими) 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
112-2	Лаборатория машины и аппараты химического производства	Стенд для исследования центробежных насосов
112-2	Лаборатория машины и аппараты химического производства	Стенд для слива налива в цистерны
112-2	Лаборатория машины и аппараты химического производства	Пластинчатый теплообменник

## **10.2 Технические и электронные средства обучения**

### **Лекционные занятия**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Для реализации дисциплины подготовлены по всем лекциям презентации.

### **Практические занятия**

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

### **Самостоятельная работа.**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- читальный зал НТБ КНАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 206б корпус № 2).

## **11 Иные 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<sup>1</sup>**  
**по дисциплине**

**«Теоретические основы расчета машин и аппаратов переработки нефти и газа»**

Направление подготовки	<i>«Технологические машины и оборудование»</i>
Направленность (профиль) образовательной программы Специализация	<i>«Оборудование нефтегазопереработки»</i>
Квалификация выпускника	<i>Магистр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2021</i>
Форма обучения	<i>Очная форма</i>
Технология обучения	<i>традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Экзамен</i>	<i>Кафедра «Машиностроение»</i>

<sup>1</sup> В данном приложении представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-9 Способен разрабатывать новое технологическое оборудование	ОПК-9.1 Знает методы проектирования и разработки нового оборудования; ОПК-9.2 Умеет проектировать оборудование нефтегазопереработки; ОПК-9.3 Владеет навыками проектирования оборудования нефтегазопереработки.	Знать методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся расчетной части машин и аппаратов отрасли; Уметь разрабатывать технические задания на проектирование, конструирование и расчет машин, приводов, систем, нестандартного оборудования и технологической оснастки машин, приводов, систем; навыки проведения технических расчетов по проектам, технико-экономического анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций. Владеть навыками расчета машин и аппаратов переработки нефти и газа.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Общие принципы и методология расчета машин и аппаратов отрасли.	ОПК-9	Практическая работа №1 РГР Экзамен	Знает общие принципы расчета. Знает методологию расчета машин и аппаратов.
Теоретические основы инженерных методик расчета элементов технологического оборудования.	ОПК-9	Практическая работа №2 РГР Экзамен	Знает основы инженерной методики расчета. Знает особенности расчета элементов оборудования отрасли
Основы расчета аппаратов колонного типа.	ОПК-9	РГР Экзамен	Знает методику расчета аппарата колонного типа. Знает основные параметры, критерии аппарата колонного типа.
Основы расчета тепло-	ОПК-9	РГР	Знает методику расчета

обменной аппаратуры.		Экзамен	теплообменного оборудования. Знает основные параметры, критерии теплообменного аппарата.
Расчет и конструирование аппаратов высокого давления.	ОПК-9	Практическая работа №3 РГР Экзамен	Знает методику расчета аппарата высокого давления. Знает основные параметры, критерии аппаратов высокого давления.
Расчет и конструирование оборудования, работающего в условиях динамических колебаний.	ОПК-9	РГР Экзамен	Знает методику расчета аппаратов, работающих в условиях динамических колебаний. Знает основные параметры, критерии аппаратов, работающих в условиях динамических колебаний
Работы по совершенствованию и модернизации элементов машин и аппаратов отрасли.	ОПК-9	Практическая работа №4 РГР Экзамен	Знает цели, задачи и требования к совершенствованию элементов оборудования отрасли. Знает порядок проведения модернизации машин и аппаратов отрасли

## 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
третий семестр <i>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»</i>				
	«РГР»	В конце семестра	5 баллов	5 баллов - Студент полностью выполнил задание РГР, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 4 балла - Студент полностью выполнил задание РГР, показал хорошие знания и умения, но



	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы.</p> <p>3 балла - Студент полностью выполнил задание РГР, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень.</p> <p>2 балла - Студент не полностью выполнил задание РГР, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</p>
	Экзамен:	-	5 баллов	<p>5 баллов - студент правильно ответил на вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>4 баллов - студент ответил на вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>3 баллов - студент ответил на вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - при ответе на вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p>
	ИТОГО:	-	10 баллов	-
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b></p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);</p> <p>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

**3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

**3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

**Задания практических работ**

Практическая работа № 1.

Практическая работа № 2. (реализуется в форме практической подготовки).

Практическая работа № 3 (реализуется в форме практической подготовки).

Практическая работа № 4

**Задания для практических работ**

**Практическая работа №1** Введение. Общие сведения. Машины и аппараты переработки нефти и газа. Общие принципы и методология расчета машин и аппаратов отрасли. Расчет параметров надежности и долговечности. Расчет оболочек на произвольную нагрузку.

**Практическая работа №2** Теоретические основы инженерных методик расчета элементов технологического оборудования. Расчетные величины. Расчет оболочечных конструкций. Методология расчета дробильных аппаратов, сушильных аппаратов, промышленных фильтров, шнековых механизмов и др. Расчет опор аппаратов. Расчет укрепления отверстий. Расчет фланцевых соединений. Расчет обечаек, днищ, крышек, толщин стенок.

**Практическая работа №3** Расчет аппаратов колонного типа. Расчет теплообменной аппаратуры. Расчет аппаратов с рубашками. Расчет пластинчатого теплообменника. Определение расчетных нагрузок, влияние ветровых и сейсмических нагрузок колонных аппаратов. Расчет аппаратов на прочность. Тепловой и гидравлический расчет в теплообменной аппаратуре.

**Практическая работа №4** Расчет и конструирование оборудования, работающего в условиях динамических колебаний. Работы по совершенствованию и модернизации элементов машин и аппаратов отрасли. Расчет устройств с вращающимися элементами. Аппараты с быстровращающимся ротором. Конструкционное исполнение узлов герметизации для жидких и газообразных сред. Расчет критической скорости вращения.

**Расчетно-графическая работа**

Учебным планом по дисциплине предусмотрено 1 расчетно-графическое задание (РГЗ). Магистрант вправе выбрать свою тематику самостоятельной работы, но в данном случае он должен согласовать ее с преподавателем. Правила оформления студенческих текстовых и конструкторских работ изложены в РД ФГБОУВПО «КнАГТУ» 013-2014 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления».

**Расчетно-графическая работа № 1**

1. Рассчитать колонный аппарат как консольную балку, нагруженную равномерно распределенной ветровой нагрузкой.
2. Определить все основные конструктивные размеры аппарата
3. Выполнить эскиз установки, указать составные части.

Таблица исходных данных

Вариант	Диаметр аппарата верх/низ, м	Высота аппарата, м	Толщина стенки аппарата, верх/низ, мм	Поправка на коррозию, мм	Материал корпуса	Вес аппарата min/max, т	Диаметр площадки, верх/низ, м
1	1,0/1,3	30	10/12	0,8	ВСт3сп	10/16,5	4/4,5
2	1,2/1,4	36	10/12	1,2	20К	12/19,8	4/4,5
3	1,4/1,6	38	10/12	0,9	09Г2С	14,4/24	4/4,5
4	1,5/1,7	40	10/12	0,7	15ХМ	17,5/28,7	4/4,5
5	1,7/2,0	42	10/12	1,0	12ХМ	20,2/32	4/4,5
6	1,6/1,9	40	10/12	1,3	ВСт3сп	21,4/34,4	4/4,5
7	2,0/1,8	48	10/12	1,4	09Г2С	22/36	4/4,5
8	2,1/1,9	42	10/12	1,4	16ГС	23,2/38	4,5/4
9	2,2/2,0	40	10/12	1,3	12ХМ	24,6/41	4,5/4
10	2,4/2,2	36	12/14	1,5	15ХМ	30,6/50,6	4,5/4
11	2,6/2,4	48	12/14	1,3	15ХМ5М	36/58,7	5,4/4,5
12	2,8/2,6	54	12/14	1,4	09Г2С	37,4/62,3	5,4/4,5
13	3,0/2,8	42	12/14	1,5	ВСт3сп	40,3/67,2	5,4/4,5
14	3,2/3,0	44	14/16	1,5	20К	43,8/73,1	5,4/4,5
15	3,4/3,2	48	14/16	1,4	12ХМ	46,8/78	6/5
16	3,6/3,2	36	14/16	1,0	15ХМ5М	56,2/83,6	6/5
17	3,8/3,6	30	16/18	1,2	09Г2С	60,5/100,8	6/5
18	4,0/3,8	36	16/18	1,4	16ГС	66,8/111	6/5
19	4,2/4,0	42	16/18	1,5	20К	74,8/124,6	6/5,5
20	4,4/4,2	36	16/18	1,4	16ГС	98,6/164,3	6,5/6

#### Контрольные вопросы для защиты РГР

1. Методика расчета колонного аппарата.
2. Основные конструктивные размеры колонного аппарата.
3. Тепловые процессы в ректификационной колонне.
4. Тепловой расчет колонны.
5. Основные составляющие колонного аппарата.
6. Материалы колонных аппаратов.
7. Основы расчета на ветроустойчивость.
8. Технологическое назначение штуцеров
9. Расчетная схема объекта, принципы и правила построения расчетных схем.
10. Расчет по предельным напряжениям и предельным нагрузкам. Цель, задачи и принцип расчета.
11. Расчетная схема объекта, принципы и правила построения расчетных схем.
12. Расчет по предельным напряжениям и предельным нагрузкам. Цель, задачи и принцип расчета.
13. Опоры колонных аппаратов.
14. Гидравлическое сопротивление в колонне.
15. Определение толщины стенки колонного аппарата.

### 3.2 Задания для промежуточной аттестации

#### Экзаменационные теоретические вопросы по дисциплине «Теоретические основы расчета машин и аппаратов переработки нефти и газа»

1. Расчет по предельным напряжениям и предельным нагрузкам. Цель, задачи и принцип расчета.
2. Критерии прочности. Выбор и обоснование критериев прочности. Оценка ресурса оборудования по критериям прочности и долговечности.
3. Расчет компенсации температурных деформаций. Прочностной расчет основных элементов теплообменных аппаратов.
4. Конструкционные материалы, применяемые в нефтегазопереработке. Классификация конструкционных материалов и область их применения.
5. Расчетная схема объекта, принципы и правила построения расчетных схем.
6. Рабочие, расчетные и нормативные параметры. Правила определения расчетных параметров.
7. Допускаемые напряжения и коэффициенты запаса прочности. Правила определения допускаемых напряжений. Коэффициенты прочности сварных и паяных соединений.
8. Конструктивное исполнение узлов герметизации для жидких и газообразных сред.
9. Конструктивное исполнение и особенности технологии изготовления аппаратов высокого давления.
10. Расчетная толщина стенки; прибавка к расчетной толщине.
11. Краевой эффект и факторы, его определяющие. Размеры краевой зоны. Краевые силы и напряжения, распределение напряжений в краевой зоне.
12. Расчет на прочность мест сопряжения оболочек. Конструирование тонкостенных сосудов и аппаратов с учетом краевого эффекта.
13. Общие требования к устройству, изготовлению, испытанию и эксплуатации сосудов и аппаратов, работающих под внутренним давлением.
14. Факторы, влияющие на устойчивость оболочек. Общая и местная формы потери устойчивости. Критерии устойчивости. Оценка устойчивости оболочек.
15. Укрепление оболочек кольцами жесткости. Расчет на устойчивость укрепленных цилиндрических оболочек.
16. Критерий устойчивости цилиндрической оболочки при воздействии нескольких нагрузок.
17. Ослабление оболочек отверстиями и вырезами. Распределение напряжений в окрестности одиночного отверстия. Концентрация напряжений в местах расположения отверстий.
18. Определение наиболее ослабленного сечения оболочки. Способы повышения прочности ослабленных оболочек. Типовые конструкции укрепления отверстий.
19. Расчет укрепления одиночного отверстия при нагружении тонкостенной оболочки внутренним давлением. Геометрический критерий укрепления. Зона укрепления и её расчетные размеры. Порядок расчета укрепления одиночного отверстия.
20. Особенности расчет укрепления близко расположенных и взаимовлияющих отверстий. Условие прочности для перемычки.
21. Расчет укрепления отверстий в цилиндрических обечайках при нагружении аппарата внешним давлением.
22. Классификация фланцевых соединений. Типовые конструкции и область их применения.
23. Герметизация фланцевого соединения при помощи прокладок. Конструкции прокладок и уплотнительных поверхностей. Прокладочные материалы.
24. Расчет требуемой болтовой затяжки и усилий, воспринимаемых деталями фланцевого соединения.
25. Расчет аппаратов на прочность при воздействии ветра. Основные задачи расчета, исходные данные; требования по составлению расчетной схемы; расчетные нагрузки; расчетные сечения.

26. Критическая угловая скорость валов. Факторы, влияющие на критическую скорость.

27. Общие сведения об аппаратах высокого давления. Типовые конструкции корпусов, крышек, днищ толстостенных аппаратов. Расчетные и нормативные параметры.

28. Напряженное состояние толстостенного цилиндра. Распределение напряжений по толщине стенки при нагружении внутренним или внешним давлением. Влияние перепада температуры на распределение напряжений в стенке цилиндра.

29. Оценка прочности толстостенного цилиндра при нагружении внутренним давлением. Эквивалентные и допускаемые напряжения. Расчетная толщина стенки. Предельное и допускаемое давления.

30. Типовые конструкции затворов аппаратов высокого давления. Расчетное усилие затяжки шпилек. Оценка прочности обтюраторов, фланцев, шпилек.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
(рекомендуемое)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

Кафедра «Машиностроение»

2021 / 22 учебный год

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине *«Теоретические основы расчета машин и аппаратов  
переработки нефти и газа»*

1. Расчет по предельным напряжениям и предельным нагрузкам аппаратов отрасли. Цель, задачи и принципы расчета.
2. Основы расчета на ветроустойчивость колонных аппаратов.
3. Особенности расчета укрепления одиночного отверстия при нагружении тонкостенной оболочки внутренним давлением.

Зав. кафедрой МС \_\_\_\_\_ Сарилов М.Ю.

### Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Основание внесения изменения	Количество страниц изменения	Подпись разработчика РПД
1			
2			