

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЛИАЛ ТИУ В Г.НИЖНЕВАРТОВСКЕ
КАФЕДРА НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УМР



Е.В. Касаткина

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплина: Численные методы теории упругости и механики разрушения

направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

направленность: Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства

форма обучения: очно-заочная

Рабочая программа разработана для обучающихся по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, направленность «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства».

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Нефтегазовое дело»

Заведующий кафедрой НД (НВ)



С.В. Колесник

Рабочую программу разработал:

Ю.И. Казаринов, канд. тех. наук, доцент



1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины:

Формирование системы знаний о напряженно-деформированном состоянии твердых тел и компьютерном анализе нагруженности и деформативности элементов нефтегазового оборудования.

Задачи дисциплины:

- усвоить систему знаний о методе конечных элементов, применяемого для решения задач теории упругости и механики разрушения элементов нефтегазового оборудования;
- овладеть базовыми навыками расчета напряженно-деформированного состояния элементов конструкций с использованием метода конечных элементов;
- получить знания о программной реализации метода конечных элементов для анализа нагруженности элементов нефтегазового оборудования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Численные методы теории упругости и механики разрушения» относится к дисциплине, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- основ метода конечных элементов и особенностей его программной реализации; методов диагностики деталей технологического оборудования и соответствующих им критериев работоспособности и расчета деталей;

умение:

- разрабатывать расчетную схему для конечно-элементного анализа деталей оборудования; выбирать методы диагностики технологического оборудования;

владение:

- основами конечно-элементного анализа деталей нефтегазового оборудования и методами оптимизации его параметров; навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки в соответствии с режимом эксплуатации детали.

Содержание дисциплины служит основой для освоения дисциплины «Расчет и конструирование нефтегазопромыслового оборудования», «Расчет и конструирование бурового оборудования».

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-2 Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПКС-2.5 Обосновывает выбор методов диагностики и технического обслуживания технологического оборудования в соответствии с требованиями промышленной безопасности и охраны труда	<i>Знать:</i> (З1) соответствие методов диагностики деталей технологического оборудования и критериев работоспособности и расчета деталей
		<i>Уметь:</i> (У1) выбирать методы диагностики технологического оборудования
		<i>Владеть:</i> (В1) навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки в соответствии с режимом эксплуатации детали

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
Очно-заочная	4/7	10	14	-	84	Зачет

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

очная форма обучения (ОФО)

Не реализуется.

заочная форма обучения (ЗФО)

Не реализуется.

очно-заочная форма обучения (ОЗФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Теория упругости. Виды напряженного состояния	1	2	-	15	18	ПКС-2.5	Опрос
2	2	Одномерные, двумерные и трехмерные задачи теории упругости. Тензор напряжений.	1	2	-	15	18	ПКС-2.5	Опрос, Типовой расчет
3	3	Численные методы теории упругости: МКР, МКЭ, МГЭ. Основное уравнение МКЭ.	2	2	-	14	18	ПКС-2.5	Опрос, Типовой расчет
4	4	Основные этапы конечно-элементного анализа и их программная реализация	2	3	-	13	18	ПКС-2.5	Опрос, Типовой расчет
5	5	Расчетные схемы для анализа прочности и жесткости деталей и их особенности	2	3	-	13	18	ПКС-2.5	Опрос, Типовой расчет
6	6	Анализ результатов конечно-элементного анализа, выполнение оптимизации конструкций в соответствии с выбранными критериями работоспособности	2	2	-	14	18	ПКС-2.5	Опрос, Типовой расчет
Итого:			10	14	-	84	108		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. Понятие о теории упругости.

Компоненты напряжений. Закон Гука. Условия равновесия. Плоское напряженное состояние и плоская деформация.

Раздел 2. Одномерные, плоские и объемные задачи теории упругости.

Виды деформирования деталей: кручение, изгиб, растяжение, температурное деформирование. Осесимметричные задачи. Тензор напряжений. Главные напряжения.

Раздел 3. Численные методы теории упругости.

Метод конечных разностей, Метод конечных элементов, Метод граничных элементов. Типы конечных элементов. Вывод основного уравнения МКЭ для решения задач теории упругости.

Раздел 4. Основные этапы конечно-элементного анализа.

Описание геометрии детали, ее дискретизация, задание граничных условий, решение системы дифференциальных уравнений, анализ результатов. Особенности программной реализации МКЭ.

Раздел 5. Расчетные схемы для анализа прочности и жесткости деталей.

Особенности расчетных схем для анализа прочности и жесткости деталей. Виды граничных условий при описании деформирования конструкции.

Раздел 6. Анализ результатов конечно-элементного анализа.

Анализ результатов конечно-элементного анализа, выполнение оптимизации конструкций в соответствии с выбранными критериями работоспособности. Методы диагностики деталей в зависимости от критериев их работоспособности.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
		ОЗФО	
1	1	2	Компоненты напряжений. Закон Гука. Условия равновесия. Плоское напряженное состояние и плоская деформация.
2	2	2	Одномерные, плоские и объемные задачи теории упругости. Виды деформирования деталей: кручение, изгиб, растяжение, температурное деформирование. Осесимметричные задачи. Тензор напряжений. Главные напряжения.
3	3	2	Метод конечных разностей, Метод конечных элементов, Метод граничных элементов. Типы конечных элементов. Вывод основного уравнения МКЭ для решения задач теории упругости.
4	4	4	Описание геометрии детали, ее дискретизация, задание граничных условий, решение системы дифференциальных уравнений, анализ результатов. Особенности программной реализации МКЭ.
5	5	4	Расчетные схемы для анализа прочности и жесткости деталей и их особенности. Виды граничных условий при описании деформирования конструкции.
6	6	4	Анализ результатов конечно-элементного анализа, выполнение оптимизации конструкций в соответствии с выбранными критериями работоспособности. Методы диагностики деталей в зависимости от критериев их работоспособности.
Итого:		10	

Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема практического занятия
		ОЗФО	
1	1	2	Решение задач по расчету плоского напряженного состояния и плоской деформации методами теории упругости.
2	2	2	Решение методами теории упругости задач по расчету деформированного состояния деталей в условиях изгиба, кручения, растяжения.
3	3	2	Характеристика и достоинства численных методов теории упругости: метода конечных разностей, метода конечных элементов, метода граничных элементов. Выбор типа конечных элементов.
4	4	3	Решение задач по описанию геометрии детали, ее дискретизация, заданию граничных условий. Изучение особенностей программной реализации МКЭ.
5	5	3	Решение задач по составлению расчетных схем для анализа прочности и

			жесткости деталей. Изучение особенностей задания различных видов граничных условий при описании деформирования конструкции.
6	6	2	Решение МКЭ задач расчета напряженно-деформированного состояния деталей. Выполнение оптимизации конструкций деталей в соответствии с заданным критерием их работоспособности.
Итого:		14	-

Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СРС
		ОЗФО		
1	1-2	12	Достоинства и недостатки современных программных пакетов, реализующих численные методы теории упругости	Подготовка к выполнению практических занятий и опросу по разделам
2	3	15	Примеры конечно-элементного анализа деталей нефтегазового оборудования.	Подготовка к выполнению практических занятий и опросу по разделам
3	4-5	34	Повышение надежности нефтегазового оборудования; оптимизация и модернизация деталей машин с помощью компьютерного анализа	Подготовка к выполнению практических занятий и опросу по разделам
4	6	23	Анализ результатов конечно-элементного анализа, выполнение оптимизации конструкций в соответствии с выбранными критериями работоспособности. Методы диагностики деталей в зависимости от критериев их работоспособности.	Подготовка к выполнению практических занятий и опросу по разделам
Итого:		84	X	X

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (практические занятия);
- разбор практических ситуаций (практические занятия)

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной-заочной форм обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Защита результатов выполнения практических занятий по разделам 1 и 2	0-10
2	Опрос по разделам 1 и 2 дисциплины	0-10
ИТОГО за первую текущую аттестацию		0-20
2 текущая аттестация		

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	Защита результатов выполнения практических занятий по разделам 3 и 4	0-10
2	Опрос по разделам 3 4 дисциплины	0-10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	0-20
3 текущая аттестация		
1	Защита результатов выполнения практических занятий по разделам 5 и 6	0-10
2	Опрос по разделам 5 и 6 дисциплины	0-10
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	0-20
	Зачет	0-40
	ВСЕГО	0-100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронный каталог/Электронная библиотека Тюменского индустриального университета <http://webirbis.tsogu.ru/>
2. Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «УГНТУ» и ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» <http://bibl.rusoil.net>
3. Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «УГТУ» и ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» <http://lib.ugtu.net/books>
4. База данных «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» (эл.подписи)
5. ООО «ЭБС ЛАНЬ» www.e.lanbook.ru
6. ООО «Издательство ЛАНЬ» www.e.lanbook.com
7. База данных Консультант студента «Электронная библиотека технического ВУЗа» <http://www.studentlibrary.ru>
8. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>
9. Национальная электронная библиотека (через терминалы доступа)
10. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» www.urait.ru
11. Электронно-библиотечная система BOOK.ru <https://www.book.ru>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: Microsoft Office Professional Plus, Договор №1120-18 от 03.04.2018; Microsoft Windows, Договор №1120-18 от 03.04.2018; Zoom (бесплатная версия), Свободно-распространяемое ПО.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

Таблица 10.1

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Численные методы теории упругости и механики разрушения	Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	628609, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Нижневартовск, Западный промышленный узел, Панель 20,

	<p>аттестации (компьютерный класс). Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная, трибуна для чтения лекций, столы компьютерные, стулья компьютерные, шкаф металлический. Компьютеры в комплекте, проектор, проекционный экран, персональный компьютер, колонки.</p>	<p>ул. Ленина, д. 2/П, стр. 9, ауд. 308</p>
	<p>Практические занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, (практические занятия), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (компьютерный класс). Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная, трибуна для чтения лекций, столы компьютерные, стулья компьютерные, шкаф металлический. Компьютеры в комплекте, проектор, проекционный экран, персональный компьютер, колонки.</p>	<p>628609, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Нижневартовск, Западный промышленный узел, Панель 20, ул. Ленина, д. 2/П, стр. 9, ауд. 308</p>

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

На практических занятиях обучающиеся изучают методику и выполняют типовые расчеты. Для эффективной работы обучающиеся должны иметь инженерные калькуляторы и соответствующие канцелярские принадлежности. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут получить консультацию у преподавателя. На практическом занятии наличие конспекта лекций обязательно.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий у преподавателя для освоения индивидуально. Преподаватель на занятии дает рекомендации необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся закрепляют теоретический курс и готовятся к практическим занятиям. Обучающиеся должны понимать ход практической работы, знать определения и термины используемые при выполнении практической работы.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ И МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ**

Код, направление подготовки **21.03.01 НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО**

Направленность **ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Код компетенции	Код и наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-2	ПКС-2.5 Обосновывает выбор методов диагностики и технического обслуживания технологического оборудования в соответствии с требованиями промышленной безопасности и охраны труда	<i>Знать:</i> соответствие методов диагностики деталей технологического оборудования и критериев работоспособности и расчета деталей	Не знает методов диагностики деталей технологического оборудования и критериев работоспособности и расчета деталей	Частично знает основные методам диагностики деталей технологического оборудования и критерии работоспособности и расчета деталей	Знает основные методы диагностики деталей технологического оборудования и критерии работоспособности и расчета деталей	Демонстрирует исчерпывающие знания по методам диагностики деталей технологического оборудования и критериям работоспособности и расчета деталей
		<i>Уметь:</i> выбирать методы диагностики технологического оборудования	Не умеет выбирать методы диагностики технологического оборудования	Умеет минимально ориентироваться и выбирать методы диагностики технологического оборудования, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет выбирать методы диагностики технологического оборудования, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет выбирать методы диагностики технологического оборудования
		<i>Владеть:</i> навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки в соответствии с режимом эксплуатации детали	Не владеет навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки в соответствии с режимом эксплуатации детали	Владеет минимально навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки в соответствии с режимом эксплуатации детали, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки в соответствии с режимом эксплуатации детали, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки в соответствии с режимом эксплуатации детали

КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ И МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ**
Код, направление подготовки **21.03.01 НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО**
Направленность **ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Аргатов, И. И. Основы теории упругого дискретного контакта [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. И. Аргатов, П. Н. Дмитриев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Политехника, 2016. — 234 с. — 978-5-7325-1111-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/59968.html	http://www.iprbookshop.ru	25	100	+
2	Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/65043 .	http://e.lanbook.com	25	100	+
3	Новожилов, В. В. Теория упругости [Электронный ресурс] / В. В. Новожилов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Политехника, 2012. — 409 с. — 978-5-7325-0956-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/15914.html	http://www.iprbookshop.ru	25	100	+
4	Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Д. Подскребко. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2009. — 669 с. — 978-985-06-1373-8. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/20141.html	http://www.iprbookshop.ru	25	100	+
5	Бубнов, В.А. Линейная алгебра: компьютерный практикум [Текст] / В.А. Бубнов, Г.С. Толстова, О.Е. Клеменеева.- Москва: Лаборатория базовых знаний, 2002.- 104 с.:ил.	40	25	100	-
6	Методы численного расчета напряженно-деформированного состояния оборудования : методические указания по изучению дисциплины «Методы численного расчета напряженно-деформированного состояния оборудования» и организации самостоятельной работы обучающихся по направлению 15.06.01 «Машиностроение», направленность (профиль) 3 «Машины, агрегаты и процессы» (нефтегазовая	ЭР*	25	100	+

	отрасль) квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь» / ТИУ ; сост. К. В. Сызранцева. - Тюмень : ТИУ, 2018. - 16 с. - http://webirbis.tsogu.ru/				
--	--	--	--	--	--