

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Евгеньевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 27.04.2024 16:23:58  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор ВИШ ЕГ  
\_\_\_\_\_ А.Л. Пимнев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Численные методы теории упругости и механики разрушения

направление подготовки: 21.03.01 Нефтегазовое дело

направленность (профиль):  
Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства

форма обучения: очная

Рабочая программа разработана для обучающихся по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, направленность (профиль): Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства.

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.Н. Сызранцев

Рабочую программу разработал:  
К.В. Сызранцева, д.т.н., 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:

- изучение особенностей современных методов теории упругости;
- формирование системы знаний о методе конечных элементов, применяемого для решения задач теории упругости и механики разрушения элементов нефтегазового оборудования;
- овладение навыками работы с современным программным обеспечением метода конечных элементов;
- освоение методов обработки результатов компьютерного эксперимента.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам, формируемых участниками образовательных отношений учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

*знания:*

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

*умения:*

- разрабатывать расчетные схемы 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 является логическим продолжением содержания дисциплин «Соппротивление материалов», «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» и служит основой для освоения дисциплин «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 Способен проводить	ПКС-2.5 Обосновывает выбор	знать (З1): соответствие методов диагностики деталей технологического оборудования и

работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	методов диагностики и технического обслуживания технологического оборудования в соответствии с требованиями промышленной безопасности и охраны труда	критериев работоспособности и расчета деталей
		уметь (У1): выбирать методы диагностики технологического оборудования и расчетные схемы для их компьютерного моделирования
		владеть (В1): навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки на основании обработки результатов компьютерного эксперимента

#### 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.	Контроль час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	3/5	18	34	-	56	-	зачет

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины

##### – очная форма обучения (ОФО)

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	Численные методы теории упругости: МКР, МКЭ, МГЭ. Основное уравнение МКЭ.	6	10	–	16	32	ПКС-2.5	Задачи по практическому занятию №1
								ПКС-2.5	Тест №1
2	2	Основные этапы конечно-элементного анализа	6	14	–	20	40	ПКС-2.5	Задачи по практическому занятию №2
								ПКС-2.5	Тест №2
3	3	Анализ результатов конечно-элементного анализа	6	10	–	20	36	ПКС-2.5	Задачи по практическому занятию №3
								ПКС-2.5	Тест №3
4	1-3	Зачет						ПКС-2.5	Вопросы к зачету
Итого			18	34	-	56	108		

– заочная форма обучения (ЗФО) - не реализуется

– очно-заочная форма обучения (ОЗФО) - не реализуется

##### 5.2. Содержание дисциплины

##### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

**Раздел 1. «Численные методы теории упругости: МКР, МКЭ, МГЭ. Основное уравнение МКЭ».**

Теория упругости. Одномерные, двумерные и трехмерные задачи теории упругости. Тензор напряжений. Численные методы теории упругости: МКР, МКЭ, МГЭ. Основное уравнение МКЭ.

### Раздел 2. «Основные этапы конечно-элементного анализа»

Основные этапы конечно-элементного анализа и их программная реализация. Расчетные схемы для анализа прочности и жесткости деталей и их особенности

### Раздел 3. «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
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Теория упругости. Одномерные, двумерные и трехмерные задачи теории упругости. Тензор напряжений.
2	1	4	-	-	Численные методы теории упругости: МКР, МКЭ, МГЭ. Основное уравнение МКЭ.
3	2	2	-	-	Основные этапы конечно-элементного анализа и их программная реализация.
4	2	4	-	-	Расчетные схемы для анализа прочности и жесткости деталей и их особенности
5	3	4	-	-	Анализ результатов конечно-элементного анализа.
6	3	2	-	-	Оптимизация конструкций в соответствии с выбранными критериями работоспособности. Методы диагностики деталей в зависимости от критериев их работоспособности.
Итого:		18	-	-	X

#### Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	10	-	-	Решение типовых задач по расчету плоского напряженного состояния методом конечных элементов
2	2	14	-	-	Решение задач по описанию геометрии пользовательской детали, ее дискретизация, заданию граничных условий.
3	3	10	-	-	Математическая обработка результатов конечно-элементного анализа
Итого:		34	-	-	X

#### Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

## Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	1	16	-	-	Достоинства и недостатки современных программных пакетов, реализующих численные методы теории упругости	Изучение теоретического материала по разделу
2	2	20	-	-	Примеры конечно-элементного анализа деталей нефтегазового оборудования.	Изучение теоретического материала по разделу
3	3	20	-	-	Повышение надежности нефтегазового оборудования; оптимизация и модернизация деталей машин с помощью компьютерного анализа	Изучение теоретического материала по разделу
Итого:		56	-	-	X	X

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

– визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные 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 формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Практическое занятие № 1 Решение типовых задач по расчету плоского напряженного состояния методом конечных элементов	0-20
2	Тест №1 по темам лекционных занятий	0-10
ИТОГО за первую текущую аттестацию		30
2 текущая аттестация		
3	Практическое занятие № 2 Решение типовых задач по описанию геометрии пользовательской детали, ее дискретизация, заданию граничных условий	0-20
4	Тест №2 по темам лекционных занятий	0-10
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		30
3 текущая аттестация		

5	Практическое занятие № 3 Решение типовых задач по математической обработке результатов конечно-элементного анализа	0-20
6	Тест №3 по темам лекционных занятий	0-20
ИТОГО за третью текущую аттестацию		40
<b>ВСЕГО</b>		<b>0-100</b>

## **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:

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>
- Цифровой образовательный ресурс – библиотечная система IPR SMART — <https://www.iprbookshop.ru/>
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>
- Образовательная платформа ЮРАЙТ [www.urait.ru](http://www.urait.ru)
- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru>
- Национальная электронная библиотека (НЭБ)
- Библиотеки нефтяных вузов России :
- Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>,
- Электронная библиотека Уфимского государственного нефтяного технического университета <http://bibl.rusoil.net/> ,
- Библиотечно-информационный комплекс Ухтинского государственного технического университета УГТУ <http://lib.ugtu.net/books>
- Электронная справочная система нормативно-технической документации «Технорматив»
- ЭКБСОН- информационная система доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- Microsoft Office Professional Plus;
- Microsoft Windows;
- Электронная информационно-образовательная среда EDUCON
- Оригинальное программное обеспечение XenSys по расчету напряженно-деформированного состояния деталей методом конечных и граничных элементов, разработанное в ТИУ профессором кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности» д.т.н. К.В. Сызранцевой.

## **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	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	2	3	4
1	Численные методы теории упругости и механики разрушения	<p>Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте, проектор, проекционный экран (возможно наличие: акустическая система (колонки), документ – камера, телевизор).</p>	625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70
		<p>Практические занятия: Учебная аудитория для проведения занятий, компьютерный класс. Оснащенность: Стол с подставкой 14 шт., кресло компьютерное -12 шт., компьютерные столы, стулья, компьютер в комплекте-6 шт, Моноблок Lenovo-12 шт., проектор BenQ PB 7210 DLP 1024*768, экран демонстрационный DA-Life 213*213 белый матовый, меловая доска,</p>	625027, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д. 38, ауд. 320

### 11. Методические указания по организации СРС

#### 11.1. Методические указания по выполнению практических работ

Методические указания по выполнению практических работ для обучающихся по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело очной формы обучения.

1. Оценка напряженно-деформированного состояния деталей методом конечных элементов: метод. указ. к практическим занятиям для обучающихся направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» очной и заочной форм обучения / сост. К. В. Сызранцева; Тюменский индустриальный университет.- Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ, 2017– 16 с.
2. Аппроксимация экспериментальных данных: метод. указ. к практическим занятиям для обучающихся направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» очной и заочной форм обучения / сост. К. В. Сызранцева; Тюменский индустриальный университет.- Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ, 2017 – 16 с.

- 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.
1. Сызранцева К.В. Компьютерный анализ нагруженности и деформативности элементов нефтегазового оборудования [Текст] / К.В. Сызранцева; ТюмГНГУ. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 122 с.

### 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 (профиль): Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	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	знать (З1): соответствие методов диагностики деталей технологического оборудования и критериев работоспособности и расчета деталей	Не знает соответствие методов диагностики деталей технологического оборудования и критериев работоспособности и расчета деталей	Демонстрирует отдельные знания соответствия методов диагностики деталей технологического оборудования и критериев работоспособности и расчета деталей	Демонстрирует достаточные знания соответствия методов диагностики деталей технологического оборудования и критериев работоспособности и расчета деталей	Демонстрирует исчерпывающие знания соответствия методов диагностики деталей технологического оборудования и критериев работоспособности и расчета деталей
		уметь (У1): выбирать методы диагностики технологического оборудования и расчетные схемы для их компьютерного моделирования	Не умеет выбирать методы диагностики технологического оборудования и расчетные схемы для их компьютерного моделирования	Умеет выбирать методы диагностики технологического оборудования и расчетные схемы для их компьютерного моделирования, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет выбирать методы диагностики технологического оборудования и расчетные схемы для их компьютерного моделирования, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет выбирать методы диагностики технологического оборудования и расчетные схемы для их компьютерного моделирования

		<p>владеть (В1): навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки на основании обработки результатов компьютерного эксперимента</p>	<p>Не владеет навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки на основании обработки результатов компьютерного эксперимента</p>	<p>Владеет навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки на основании обработки результатов компьютерного эксперимента, допуская ряд ошибок</p>	<p>Хорошо владеет навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки на основании обработки результатов компьютерного эксперимента, допуская незначительные ошибки</p>	<p>В совершенстве владеет навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки на основании обработки результатов компьютерного эксперимента</p>
--	--	--	---	---	---	---

**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 (профиль): 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	Оценка напряженно-деформированного состояния деталей методом конечных элементов: метод. указ. к практическим занятиям для обучающихся направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» очной и заочной форм обучения / сост. К. В. Сызранцева; Тюменский индустриальный университет.- Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ, 2017– 16 с.	ЭР	30	100	+
2	Аппроксимация экспериментальных данных: метод. указ. к практическим занятиям для обучающихся направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» очной и заочной форм обучения / сост. К. В. Сызранцева; Тюменский индустриальный университет.- Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ, 2017 – 16 с.	ЭР	30	100	+

ЭР – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>