

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 24.04.2024 11:05:04
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплина: **Анализ нагруженности и деформативности деталей нефтегазового оборудования методом конечных элементов**

направление подготовки: 21.04.01 **Нефтегазовое дело**

программа: **Диагностика технического состояния и надежности нефтегазового оборудования**

форма обучения: **очная**

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 22.04.2019 г. и требованиями ОПОП ВО по направлению 21.04.01 Нефтегазовое дело, программа: «Диагностика технического состояния и надежности нефтегазового оборудования» к результатам освоения дисциплины «Анализ нагруженности и деформативности деталей нефтегазового оборудования методом конечных элементов».

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

Протокол № 11 от «29» 08 2019 г.

Заведующий кафедрой  В.Н. Сызранцев

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой МОП  В.Н. Сызранцев

«10» 09 2019 г.

Рабочую программу разработала:

К.В. Сызранцева, д.т.н., доцент



1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины: ознакомление магистрантов с методами компьютерного моделирования в пакетах конечно-элементного анализа, формирование системы знаний и практических навыков в области современных методов расчета напряженно-деформированного состояния элементов нефтегазового оборудования.

Задачи дисциплины: сформировать систему знаний о современных численных методах определения напряжений и деформаций, возникающих в элементах нефтегазового оборудования под действием внешних нагрузок; овладеть современными методами компьютерного моделирования для решения задач прочности и жесткости деталей и металлоконструкций.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина 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; разрабатывать пакетные файлы на языке APDL; выбирать методы диагностики технологического оборудования;

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

Содержание дисциплины служит основой для освоения дисциплин «Экспериментальные методы оценки нагруженности и деформативности элементов оборудования» и «Расчетно-экспериментальные методы прогнозирования остаточного ресурса по усталости», а также могут быть необходимы при подготовке выпускной квалификационной работы магистров при оценке напряженно-деформированного состояния совершенствуемых конструкций деталей и узлов нефтегазового оборудования.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ПКС-3. Способен планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы	ПКС-3.4 –обладает навыками проведения исследований и оценки их результатов.	Знать: <i>основные этапы конечно-элементного анализа (З3.4)</i>
		Уметь: <i>разрабатывать расчетную схему для конечно-элементного анализа (У3.4)</i>
		Владеть: <i>методами оценки результатов конечно-элементного анализа деталей нефтегазового оборудования (В3.4)</i>
ПКС-4 Способен использовать профессиональные программные комплексы в области математического и физического моделирования технологических процессов и объектов	ПКС-4. 3 обладает навыками работы с пакетами программ, позволяющих проводить математическое моделирование основных технологических процессов, технологий и оборудования, применяемых при освоении месторождений	Знать: <i>возможности и ограничения программных комплексов, реализующих метод конечных элементов (З4.3)</i>
		Уметь: <i>разрабатывать пакетные лог-файлы на языке программирования APDL (У4.3)</i>
		Владеть: <i>методами оценки адекватности конечно-элементной модели в ПК ANSYS (В4.3)</i>
ПКС-7 Руководство работами по	ПКС-7.3 владеет навыками организации и контроля выполнения плановых работ по	Знать: <i>соответствие методов диагностики деталей технологического</i>

диагностике газотранспортного оборудования	диагностике газотранспортного оборудования, разработки и согласования предложений по повышению эффективности диагностирования оборудования	<i>оборудования и критериев работоспособности и расчета деталей (37.3)</i>
		<i>Уметь: выбирать методы диагностики технологического оборудования (У7.3)</i>
		<i>Владеть: навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки в соответствии с режимом эксплуатации детали (В7.3)</i>

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часа.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	2/3	30	30	30	90	экзамен

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.	Контроль	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.	4	4	-	7	-	15	ПКС-3.4 (33.4,У3.4)	письменный опрос
2	2	Основные этапы конечно-элементного анализа и их программная реализация	4	4	-	7	-	15	ПКС-3.4 (33.4,У3.4)	письменный опрос
3	3	Расчетные схемы для анализа прочности и жесткости деталей и их особенности	6	6	6	10	-	28	ПКС-3.4 (33.4,В3.4)	письменный опрос
4	4	Язык программирования APDL	6	6	6	10	-	28	ПКС-4.3 (34.3,У3.4)	письменный опрос
5	5	Компьютерное моделирование и анализ адекватности модели в ПК ANSYS	4	4	10	10	-	28	ПКС-4.3 (34.3,В3.4)	письменный опрос
6	6	Анализ результатов конечно-элементного анализа, выполнение оптимизации конструкций в соответствии с выбранными критериями работоспособности	6	6	8	10	-	30	ПКС-7.3 (37.3,У7.3, В7.3)	письменный опрос
	1-6	Курсовой проект				36		36		
7	Экзамен		-	-		-	36	36	ПКС-3.4 (33.4) ПКС-4.3 (34.3) ПКС-7.3 (37.3)	Экзаменационные билеты
Итого:			30	30	30	90	36	216	X	X

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. 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 2. Основные этапы конечно-элементного анализа: описание геометрии детали, ее дискретизация, задание граничных условий, решение системы дифференциальных уравнений, анализ результатов. Особенности программной реализации МКЭ.

Раздел 3. Расчетные схемы для анализа прочности и жесткости деталей и их особенности. Виды граничных условий при описании деформирования конструкции. ПК ANSYS.

Раздел 4. Язык программирования APDL. Команды препроцессора. Виды граничных условий: заданные перемещения, силы и давление, условия симметрии. Команды общего постпроцессора. Селектирование. Принципы разработки пакетных файлов для ANSYS.

Раздел 5. Компьютерное моделирование и анализ адекватности модели в ПК ANSYS. Построение геометрии снизу-вверх в препроцессоре. Импорт твердотельной модели. Назначение типа конечного элемента и модели материала. Приложение нагрузок. Запуск решателя. Построение картин распределения напряжений и перемещений. Оценка адекватности модели и пути исправления аномалий.

Раздел 6. 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	
1	2	3	4
1	1	4	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.
2	2	4	Основные этапы конечно-элементного анализа: описание геометрии детали, ее дискретизация, задание граничных условий, решение системы дифференциальных уравнений, анализ результатов. Особенности программной реализации МКЭ.
3	3	6	Расчетные схемы для анализа прочности и жесткости деталей и их особенности. Виды граничных условий при описании деформирования конструкции. ПК ANSYS.
4	4	6	Язык программирования APDL. Команды препроцессора. Виды граничных условий: заданные перемещения, силы и давление, условия симметрии. Команды общего постпроцессора. Селектирование. Принципы разработки пакетных файлов для ANSYS.
5	5	4	Компьютерное моделирование и анализ адекватности модели в ПК ANSYS. Построение геометрии снизу-вверх в препроцессоре. Импорт твердотельной модели. Назначение типа конечного элемента и модели материала. Приложение нагрузок. Запуск решателя. Построение картин распределения напряжений и перемещений. Оценка адекватности модели и пути исправления аномалий.
6	6	6	Анализ результатов конечно-элементного анализа, выполнение оптимизации конструкций в соответствии с выбранными критериями работоспособности. Методы диагностики деталей в зависимости от критериев их работоспособности.
Итого:		30	X

Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема практического занятия
		ОФО	
1	1	4	Решение задач по расчету плоского напряженного состояния и плоской деформации методами теории упругости.
2	2	4	Решение методами теории упругости задач по расчету деформированного состояния деталей в условиях изгиба, кручения, растяжения.
3	3	6	Характеристика и достоинства численных методов теории упругости: метода конечных разностей, метода конечных элементов, метода граничных элементов. Выбор типа конечных элементов в ПК ANSYS..
4	4	6	Решение задач по описанию геометрии детали, ее дискретизация, заданию граничных условий в ПК ANSYS. Изучение особенностей программной реализации МКЭ в ПК ANSYS.
5	5	4	Решение задач по составлению расчетных схем для анализа прочности и жесткости деталей в ПК ANSYS. Изучение особенностей задания в ПК ANSYS различных видов граничных условий при описании деформирования конструкции.
6	6	6	Решение МКЭ в ПК ANSYS задач расчета напряженно-деформированного состояния деталей. Выполнение оптимизации конструкций деталей в соответствие с заданным критерием их работоспособности.
Итого:		30	-

Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лабораторной работы
		ОФО	
1	3	6	Расчетные схемы для анализа прочности и жесткости деталей и их особенности. Виды граничных условий при описании деформирования конструкции. ПК ANSYS.
2	4	6	Язык программирования APDL. Команды препроцессора. Виды граничных условий: заданные перемещения, силы и давление, условия симметрии. Команды общего постпроцессора. Селектирование. Принципы разработки пакетных файлов для ANSYS.
3	5	10	Компьютерное моделирование и анализ адекватности модели в ПК ANSYS. Построение геометрии снизу-вверх в препроцессоре. Импорт твердотельной модели. Назначение типа конечного элемента и модели материала. Приложение нагрузок. Запуск решателя. Построение картин распределения напряжений и перемещений. Оценка адекватности модели и пути исправления аномалий.
4	6	8	Анализ результатов конечно-элементного анализа, выполнение оптимизации конструкций в соответствии с выбранными критериями работоспособности. Методы диагностики деталей в зависимости от критериев их работоспособности.
Итого:		30	-

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СРС
		ОФО		
1	1-4	34	Современные программные пакеты, реализующие численные методы теории упругости; конечно-элементный анализ деталей нефтегазового оборудования.	подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам
2	5-6	20	Повышение надежности нефтегазового оборудования; оптимизация и	подготовка к практическим занятиям,

			модернизация деталей машин с помощью компьютерного анализа; современные методы диагностики и оценки остаточного ресурса деталей машин.	лабораторным работам
3	1-6	36	Курсовое проектирование	Выполнение курсового проекта
Итого:		90	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 проектов

1. Расчет МКЭ напряженно-деформированного состояния детали (соединения, узла) оборудования для бурения.
2. Расчет МКЭ напряженно-деформированного детали (соединения, узла) оборудования для добычи нефти
3. Расчет методом конечных элементов детали (соединения, узла) оборудования для добычи газа.

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	2	3
1 текущая аттестация		
1.1	Результаты выполнения практических занятий по разделу 2	10
	Опрос по разделам 1,2 дисциплины	10
ИТОГО за первую текущую аттестацию		20
2 текущая аттестация		
2.1	Результаты выполнения практических занятий и лабораторных работ по	10

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	2	3
	разделам 3 и 4	
2.2	Опрос по разделам 3 и 4 дисциплины	10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	20
3 текущая аттестация		
3.1	Результаты выполнения практических занятий и лабораторных работ по разделам 5 и 6	10
3.2	Опрос по разделам 5 и 6 дисциплины	10
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	20
4	Экзамен	40
	ВСЕГО	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

- ЭБС «Издательства Лань»;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPRbooks»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);

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

1. Microsoft Office Professional Plus
2. Windows 8
3. MathCad 14.
4. ANSYS
5. 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.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)

1	Компьютерный класс (персональные компьютеры)	проектор, экран
---	---	-----------------

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

1. Сызранцева К.В. Компьютерный анализ нагруженности и деформативности элементов нефтегазового оборудования [Текст] / К.В. Сызранцева; ТюмГНГУ. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 122 с.
2. 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.
3. 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.
4. Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Анализ нагруженности и деформативности деталей нефтегазового оборудования методом конечных элементов» для магистров по направлению 21.04.01 «Нефтегазовое дело» очной и заочной форм обучения / сост. К. В. Сызранцева; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2018.– 19 с.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Анализ нагруженности и деформативности деталей нефтегазового оборудования методом конечных элементов

Код, направление подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело

Программа: Диагностика технического состояния и надежности нефтегазового оборудования

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ПКС-3. Способен планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы	<i>Знать:</i> основные этапы конечно-элементного анализа (З3.4)	Не знает основные этапы конечно-элементного анализа	Демонстрирует отдельные знания основных этапов конечно-элементного анализа	Демонстрирует достаточные знания основных этапов конечно-элементного анализа	Демонстрирует исчерпывающие знания основных этапов конечно-элементного анализа
	<i>Уметь:</i> разрабатывать расчетную схему для конечно-элементного анализа (У3.4)	Не умеет разрабатывать расчетную схему для конечно-элементного анализа	Умеет разрабатывать расчетную схему для конечно-элементного анализа, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет разрабатывать расчетную схему для конечно-элементного анализа, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет разрабатывать расчетную схему для конечно-элементного анализа
	<i>Владеть:</i> методами оценки результатов конечно-элементного анализа деталей нефтегазового оборудования (В3.4)	Не владеет методами оценки результатов конечно-элементного анализа деталей нефтегазового оборудования	Владеет методами оценки результатов конечно-элементного анализа деталей нефтегазового оборудования, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет: методами оценки результатов конечно-элементного анализа деталей нефтегазового оборудования, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет методами оценки результатов конечно-элементного анализа деталей нефтегазового оборудования
ПКС-4 Способен использовать профессиональные программные комплексы в области математического и физического	<i>Знать:</i> возможности и ограничения программных комплексов, реализующих метод конечных элементов (З4.3)	Не знает возможности и ограничения программных комплексов, реализующих метод конечных элементов	Демонстрирует отдельные знания возможностей и ограничений программных комплексов, реализующих метод конечных элементов	Демонстрирует достаточные знания возможностей и ограничений программных комплексов, реализующих метод конечных элементов	Демонстрирует исчерпывающие знания возможностей и ограничений программных комплексов, реализующих метод конечных элементов

моделирования технологических процессов и объектов	<i>Уметь:</i> разрабатывать пакетные лог-файлы на языке программирования APDL (У4.3)	Не умеет разрабатывать пакетные лог-файлы на языке программирования APDL	Умеет разрабатывать пакетные лог-файлы на языке программирования APDL , допуская значительные неточности и погрешности	Умеет разрабатывать пакетные лог-файлы на языке программирования APDL, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет разрабатывать пакетные лог-файлы на языке программирования APDL
	<i>Владеть:</i> методами оценки адекватности конечно-элементной модели в ПК ANSYS (В4.3)	Не владеет методами оценки адекватности конечно-элементной модели в ПК ANSYS	Владеет методами оценки адекватности конечно-элементной модели в ПК ANSYS, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет методами оценки адекватности конечно-элементной модели в ПК ANSYS, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет методами оценки адекватности конечно-элементной модели в ПК ANSYS
ПКС-7. Руководство работами по диагностике газотранспортного оборудования	<i>Знать:</i> соответствие методов диагностики деталей технологического оборудования и критериев работоспособности и расчета деталей (З7.3)	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
	<i>Уметь:</i> выбирать методы диагностики технологического оборудования (У7.3)	Не умеет выбирать методы диагностики технологического оборудования	Умеет 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 (В7.3)	Не владеет навыками выбора материала детали и назначения допустимой нагрузки в соответствии с режимом эксплуатации детали	Владеет 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 Анализ нагруженности и деформативности деталей нефтегазового оборудования методом конечных элементов

Код, направление подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело

Программа: Диагностика технического состояния и надежности нефтегазового оборудования

№ 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	Сызранцева К.В. Компьютерный анализ нагруженности и деформативности элементов нефтегазового оборудования [Текст] / К.В. Сызранцева; ТюмГНГУ. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 122 с.	15	10	100	+
2	Бочарников В.Ф. Справочник мастера по ремонту нефтегазового технологического оборудования. Том 1. Учебно-практическое пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. - Вологда: «ИнфраИнженерия», 2016. – 576 с.	15	10	100	+
3	Бочарников В.Ф. Справочник мастера по ремонту нефтегазового технологического оборудования. Том 1. Учебно-практическое пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. - Вологда: «ИнфраИнженерия», 2016. – 576 с.	15	10	100	+
4	Морозов Е.М., Муйземнек А.Ю., Шадский А.С. ANSYS в руках инженера: Механика разрушения.- М.: ЛЕНАНД, 2008.- 456с.	1	10	10	-

Заведующий кафедрой МОП

_____ В.Н. Сызранцев

«_29_» __08_____ 2019 г.

Директор БИК _____ Д.Х. Каюкова

«____» _____ 20__ г.

М.П.