

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 28.06.2024 15:28:00
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7480d1

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

УТВЕРЖДАЮ

Председатель КСН

« 30 » 08 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: **Численное моделирование физических полей**

направление подготовки:
18.03.01 Химическая технология

направленность
Химическая технология переработки нефти и газа

форма обучения: **очная, заочная**

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30.08.2021 и требованиями ОПОП по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология к результатам освоения дисциплины «Численное моделирование физических полей».

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры физики, методов контроля и диагностики
Протокол № 1 от «30» 08 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой ФМД _____ К.Р. Муратов

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой ПНГ _____ А.Г. Мозырев

«30» 08 20 21 г.

Рабочую программу разработал:

К.Р. Муратов, доцент, к.т.н. _____

1. Цели и задачи освоения дисциплины/модуля

Цель дисциплины: развить компетенции численного моделирования физических полей.

Задачи дисциплины:

- изучить базовые дифференциальные и интегральные уравнения, лежащие в основе описания электрических, магнитных, электромагнитных, тепловых и упругих полей;
- изучить и освоить основы методов конечных элементов и конечных разностей;
- овладеть методами разложения дифференциальных уравнений в вычислительный алгоритм
- освоить программные среды численного моделирования физических полей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к элективным дисциплинам обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание основ теории упругости, термодинамики и электродинамики, интегрального и дифференциального исчисления, принципов работы вычислительных алгоритмов.

умения оперировать физическими законами, решать простые интегральные и дифференциальные уравнения

владение навыками работы с компьютерными программами численного моделирования, методами анализа полученных результатов и их представления.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин Физика, Теоретическая механика, Математика, Цифровая культура и служит основой для освоения дисциплин Проектная деятельность, Моделирование процессов переработки нефти и газа, Цифровые и информационные технологии в процессах нефтегазопереработки.

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 (модулю)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать: З1 основы численных методов моделирования поля и их виды
		Уметь: У1 выполнять преобразование дифференциальных уравнений, описывающих физическое поле, в разностные соотношения для построения последующих алгоритмов
		Владеть: В1 навыками построения блок-схем алгоритмов расчета физических полей
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Проводит анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.	Знать: З2 принципы формирования модели задачи и корректного задания начальных и граничных условий
		Уметь: У2 формировать модель в программной среде численного моделирования, в том числе систему взаимосвязанных моделей
		Владеть: В2 навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 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		
очная	2/4	16	-	32	60	зачет
заочная	2/4	6	-	10	92	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	Введение	1	-	-	2	3	УК-1.2	Реферат
2	2	Элементы теории поля	2	-	2	5	9	УК-1.2	Типовой расчет, тест
3	3	Уравнения теории упругости	2	-	2	5	9	УК-1.2	Тест
4	4	Уравнения Максвелла в интегральном и дифференциальном виде	2	-	2	5	9	УК-1.2	Тест
5	5	Теплоперенос	2	-	2	5	9	УК-1.2	Тест
6	6	Численные методы	4	-	6	15	25	УК-1.2 УК-2.1	Отчет по лабораторной работе
7	7	Моделирование физических полей в программе Elcut	2	-	18	18	38	УК-2.1	Отчет по лабораторной работе
8	8	Альтернативные программные пакеты	1	-	-	5	6	УК-2.1	Реферат
9	Зачет		-	-	-	-	-	УК-1.2 УК-2.1	Вопросы к зачету
Итого:			16	-	32	60	108	-	-

заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение	-	-	-	5	5	УК-1.2	Реферат

2	2	Элементы теории поля	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2	Контрольная работа, тест
3	3	Уравнения теории упругости	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2	Контрольная работа, тест
4	4	Уравнения Максвелла в интегральном и дифференциальном виде	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2	Контрольная работа, тест
5	5	Теплоперенос	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2	Контрольная работа, тест
6	6	Численные методы	2	-	2	15	19	УК-1.2 УК-2.1	Отчет по лабораторной работе
7	7	Моделирование физических полей в программе Elcut	2	-	8	23	33	УК-2.1	Отчет по лабораторной работе
8	8	Альтернативные программные пакеты	-	-	-	5	5	УК-2.1	Реферат
9	Зачет/экзамен		-	-	-	4	4	УК-1.2 УК-2.1	Вопросы к зачету
Итого:			6	-	10	92	108		

очно-заочная форма обучения (ОЗФО)

Не реализуется.

5.2. Содержание дисциплины/модуля.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины/модуля (дидактические единицы).

Раздел 1. «*Введение*». Роль и место моделирования физических процессов в проектировании изделий и процессов в производстве.

Раздел 2. «*Элементы теории поля*». Понятие поля как математического объекта. Скалярное поле. Векторное поле. Тензорное поле. Поверхностные интегралы. Операторы Гамильтона и Лапласа. Градиент, ротор, дивергенция. Циркуляция векторного поля, формула Стокса. Поток векторного поля, формула Остроградского-Гаусса. Частные случаи вырождения трехмерной модели в плоскую или осесимметричную.

Раздел 3. «*Уравнения теории упругости*». Тензоры деформаций и напряжений. Закон Гука. Модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона, параметры Ламе.

Раздел 4. «*Уравнения Максвелла в интегральном и дифференциальном виде*». Физические величины, описывающие электромагнитное поле. Теоремы о циркуляции и Остроградского-Гаусса для электрического и магнитного полей. Материальные уравнения. Электростатическое взаимодействие, магнитостатическое взаимодействие, закон Ома, электромагнитная индукция и ток смещения в структуре уравнений Максвелла.

Раздел 5. «*Теплоперенос*». Температурное поле. Уравнение теплового баланса. Градиент температуры, тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплоемкость, температуропроводность.

Раздел 6. «*Численные методы*». Основные сведения о методах конечных элементов, разностей и объемов. Сетки и сеточные функции. Граничные и начальные условия. Методы аппроксимации операторов. Полиномиальная аппроксимация и интерполяция. Сходимость и устойчивость алгоритма. Граничные и начальные условия. Верификация результатов численного моделирования.

Раздел 7. «*Моделирование физических полей в программе Elcut*». Интерфейс программы Elcut. Обзор основных типов задач. Описание задачи. Структура базы данных задачи. Создание задачи.

Описание геометрии задачи. Создание геометрической модели. Привязка меток к геометрическим объектам. Дискретизация области. Обмен данными с другими программами. Ввод параметров задачи. Ввод свойств материалов и граничных условий. Ввод свойств метки. Схемы электрических цепей. Анализ результатов решения. Формирование картины поля на экране. Локальный и интегральный калькулятор. Анализ присоединенной электрической цепи. Мастер вычисления параметров. Вывод результатов расчета поля. Надстройки. LabelMover. Гармонический анализ. Импорт эскизов SolidWorks. Вычисление частичных емкостей. Программирование надстроек. Решение мультифизических задач и задач оптимизации.

Раздел 8. «Альтернативные программные пакеты моделирования физических задач». Ansys. COMSOL Multiphysics, Solidworks Simulation, OPERA, CST Studio Suite, JMag, Altair Flux, Simcenter MAGNET. Решаемые задачи. Сравнение.

5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1, 8	2	-	-	Роль и место моделирования физических процессов в проектировании изделий и процессов в производстве Ansys, COMSOL Multiphysics, Solidworks Simulation, OPERA. CST Studio Suite, JMag, Altair Flux, Simcenter MAGNET. Решаемые задачи. Сравнение.
2	2	2	0,5	-	Понятие поля как математического объекта. Скалярное поле. Векторное поле. Тензорное поле. Поверхностные интегралы. Операторы Гамильтона и Лапласа. Градиент, ротор, дивергенция. Циркуляция векторного поля, формула Стокса. Поток векторного поля, формула Остроградского-Гаусса. Частные случаи вырождения трехмерной модели в плоскую или осесимметричную.
3	3	2	0,5	-	Тензоры деформаций и напряжений. Закон Гука. Модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона, параметры Ламе.
4	4	2	0,5	-	Физические величины, описывающие электромагнитное поле. Теоремы о циркуляции и Остроградского-Гаусса для электрического и магнитного полей. Материальные уравнения. Электростатическое взаимодействие, магнитостатическое взаимодействие, закон Ома, электромагнитная индукция и ток смещения в структуре уравнений Максвелла.
5	5	2	0,5	-	Температурное поле. Уравнение теплового баланса. Градиент температуры, тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплоемкость, температуропроводность.
6	6	2	1	-	Основные сведения о методах конечных элементов, разностей и объемов. Сетки и сеточные функции. Граничные и начальные условия. Методы аппроксимации операторов. Полиномиальная аппроксимация и интерполяция.
7	6	2	1	-	Сходимость и устойчивость алгоритма. Граничные и начальные условия. Верификация результатов численного моделирования.
8	7	2	2	-	Интерфейс программы Elcut. Обзор основных типов задач.

					Описание задачи. Структура базы данных задачи. Создание задачи. Описание геометрии задачи. Создание геометрической модели. Привязка меток к геометрическим объектам. Дискретизация области. Обмен данными с другими программами. Ввод параметров задачи. Ввод свойств материалов и граничных условий. Ввод свойств метки. Схемы электрических цепей. Анализ результатов решения. Формирование картины поля на экране. Локальный и интегральный калькулятор. Анализ присоединенной электрической цепи. Мастер вычисления параметров. Вывод результатов расчета поля. Надстройки. LabelMover. Гармонический анализ. Импорт эскизов SolidWorks. Вычисление частичных емкостей. Программирование надстроек. Решение мультифизических задач и задач оптимизации.
Итого:	16	6	-		

Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	2	2	-	-	Элементы теории поля
2	3	2	-	-	Уравнения теории упругости
3	4	2	-	-	Уравнения Максвелла
4	5	2	-	-	Уравнения теплопереноса
5	6	6	2	-	Составление численных алгоритмов расчета интегральных выражений
6	7	2	1	-	Изучение интерфейса программы Elcut
7	7	2	1	-	Распределение упругих напряжений тела простой формы
8	7	2	1	-	Конденсатор переменной емкости
9	7	2	1	-	Распределение электрического тока в проводнике
10	7	2	1	-	Расчет магнитного поля постоянных, гармонических и нестационарных токов
11	7	2	1	-	Расчет теплового поля тела простой формы
12	7	2	-	-	Нагрев цилиндра и механические напряжения
13	7	4	2	-	Защита отчетов
Итого:		32	10	-	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	1	2	5	-	Роль и место численных методов в науке и технике (по областям)	Написание реферата
2	2	3	5	-	Решение задач по теории поля	Выполнение типового расчета
3	2	2	5	-	Тест «Теория поля»	Тестирование

4	3	5	10	-	Уравнения теории упругости	Подготовка к тестированию/ Тестирование
5	4	5	10	-	Уравнения Максвелла	Подготовка к тестированию/ Тестирование
6	5	5	10	-	Уравнения теплопереноса	Подготовка к тестированию/ Тестирование
7	6	5	5	-	Составление численных алгоритмов расчета интегральных выражений	Подготовка к лабораторной работе
8	6	10	10	-		Оформление отчета по лабораторной работе
9	7	6	9	-	Моделирование физических полей в программе Elcut	Подготовка к лабораторным работам
10	7	12	14	-		Оформление отчета по лабораторным работам
11	8	5	5	-	Пакеты численного моделирования физических полей	Написание реферата
	Зачет	-	4	-		Подготовка к зачету
	Итого:	60	92	-		

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

- визуализация учебного материала в Power Point в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- практическая работа в малых группах (лабораторные работы).

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены

7. Контрольные работы

7.1. Методические указания для выполнения контрольных работ.
Трудоёмкость контрольной работы 4 часа.

7.2. Тематика контрольных работ.

- элементы теории поля;
- физические величины, описывающие электромагнитное поле;
- характеристики численных методов моделирования физических полей.

8. Оценка результатов освоения дисциплины/модуля

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	Реферат «Роль и место численных методов в науке и технике»	5
2	Выполнение типового расчета «Теория поля»	5
3	Тест «Теория поля»	5
4	Тест «Уравнения теории упругости»	5
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	20
2 текущая аттестация		
5	Тест «Уравнения Максвелла»	5
6	Тест «Уравнения теплопроводности»	5
7	Выполнение и защита лабораторной работы «Численные алгоритмы расчета интегральных выражений»	10
8	Реферат «Пакеты программ численного моделирования»	5
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	25
3 текущая аттестация		
9	Выполнение и защита лабораторной работы «Интерфейс Elcut»	5
10	Выполнение и защита лабораторной работы «Распределение упругих напряжений тела простой формы»	5
11	Выполнение и защита лабораторной работы «Конденсатор переменной емкости»	10
12	Выполнение и защита лабораторной работы «Распределение электрического тока в проводнике»	5
13	Выполнение и защита лабораторной работы «Расчет магнитного поля постоянных, гармонических и нестационарных токов»	10
14	Выполнение и защита лабораторной работы «Расчет теплового поля тела простой формы»	5
15	Выполнение и защита лабораторной работы «Нагрев цилиндра и механические напряжения»	15
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	55
	ВСЕГО	100

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	Реферат	10
2	Контрольная работа	15
3	Выполнение и защита лабораторной работы «Численные алгоритмы расчета интегральных выражений»	15
4	Выполнение и защита лабораторной работы «Интерфейс Elcut»	10
5	Выполнение и защита лабораторной работы «Распределение упругих напряжений тела простой формы»	10
6	Выполнение и защита лабораторной работы «Конденсатор переменной емкости»	10
7	Выполнение и защита лабораторной работы «Распределение электрического тока в проводнике»	10
8	Выполнение и защита лабораторной работы «Расчет магнитного поля постоянных, гармонических и нестационарных токов»	10
9	Выполнение и защита лабораторной работы «Расчет теплового поля тела простой формы»	10
	ВСЕГО	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины/модуля

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

- Научно-техническая библиотеки ФГБОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО УГНТУ <http://bibl.rusoil.net>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет» <http://lib.ugtu.net/books>
- База данных Консультант «Электронная библиотека технического ВУЗа»
- Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
- ООО «Издательство ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com>
- ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru
- Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru/>
- Электронно-библиотечная система BOOK.ru <https://www.book.ru>
- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>

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

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office Professional;
- ELCUT Профессиональный;
- ANSYS Student;
- MathCad 14.0.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля

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	-	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации: Моноблок (или компьютер в комплекте: проектор; акустическая система (колонки) (при наличии); интерактивная доска (или мультимедийная доска)
2	Моноблок (или компьютер в комплекте (не менее 15 шт.); проектор; акустическая система (колонки) (при наличии); интерактивная доска (или мультимедийная доска)	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации
3	-	Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-

		образовательную среду: Учебная мебель: Учебные столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 5 шт.
4	-	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Столы, стулья, шкафы, стеллаж

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к практическим, лабораторным занятиям.

Численное моделирование физических полей. Методические указания для выполнения лабораторных работ.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Численное моделирование физических полей. Методические указания для самостоятельной работы.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Численное моделирование физических полей
 Код, направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 Направленность (профиль): Химическая технология переработки нефти и газа

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения				
			1-2	3	4	5	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из различных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать: 31 основы численных методов моделирования поля и их виды	Не может назвать математические и физические основы, лежащие в основе численных методов	Частично знает основы численных методов моделирования поля и их виды	Знает базовые основы численных методов моделирования полей	Свободно ориентируется в численных методах, может перечислить и пояснить их сущность	
		Уметь: У1 выполнять преобразование дифференциальных уравнений, описывающих физическое поле, в разностные соотношения для построения последующих алгоритмов	Не умеет преобразовать дифференциальные уравнения в разностные соотношения	Может выполнить преобразования простейшие преобразования дифференциальных уравнений в разностные соотношения	Выполняет базовые преобразования дифференциальных уравнений в разностные соотношения	Выполняет преобразование дифференциальных уравнений в разностные соотношения. Может предложить варианты	
		Владеть: В1 навыками построения блок-схем алгоритмов расчета физических полей	Не имеет навыков построения блок-схем алгоритмов расчета физических полей	Может воспроизвести стандартные блок-схемы алгоритмов	Строит блок-схемы алгоритмов расчета полей.	Строит блок-схемы алгоритмов расчета полей. Может выбрать оптимальный вариант относительно заданных критериев.	

Критерии оценивания результатов обучения						
Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	1-2	3	4	5
			<p>Знает: 32 принципы формирования модели задачи и корректного задания начальных и граничных условий</p> <p>Уметь: У2 формировать модель в программной среде численного моделирования, в том числе системе взаимосвязанных моделей</p> <p>Владеть: В2 навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов</p>	<p>Не знает принципы формирования модели задачи и корректного задания начальных и граничных условий</p> <p>Не умеет формировать модель в программной среде</p> <p>Не владеет навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов</p>	<p>Может перечислит принципы формирования модели задачи. Не знает принципы задания начальных и граничных условий</p> <p>Может сформировать геометрию модели, задать свойства</p> <p>Владеет навыками построения простейших моделей физического поля. Не может дать анализ результатов моделирования.</p>	<p>Знает базовые принципы формирования модели задачи и граничных условий</p> <p>Формирует модель в программной среде численного моделирования для заданного типа задачи</p> <p>Владеет базовыми навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов</p>
<p>УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>УК-2.1 Проводит анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.</p>					

КАРТА

обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Численное моделирование физических полей

Код, направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль): Химическая технология переработки нефти и газа

№ 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	Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие / Е. А. Волков. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 252 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/167179 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Лань".	ЭР*	60	100	+
2	Слабнов, В. Д. Численные методы : учебник / В. Д. Слабнов. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 392 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/133925 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Лань".	ЭР*	60	100	+
3	Дубков, М. В. Моделирование физических процессов в электромагнитных полях : учебное пособие / М. В. Дубков, И. Г. Веснов. - Рязань : РГРТУ, 2019. - 60 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/168312 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Лань".	ЭР*	60	100	+
4	Янов, С. И. Уравнения математической физики : учебно-методическое пособие / С. И. Янов. — Барнаул : АлтГПУ, 2019. — 81 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/139183 — Режим доступа: для авториз. пользователей. Скопировать в буфер	ЭР*	60	100	+
5	Мустейкис, А. И. Численное решение задач теплопроводности : учебное пособие / А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 41 с. — Текст :	ЭР*	60	100	+

	электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/122077				
6	Андреев, В. К. Математические модели механики сплошных сред : учебное пособие / В. К. Андреев. — Санкт- Петербург : Лань, 2021. — 240 с. — ISBN 978-5-8114- 1998-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168854	ЭР*	60	100	+
7	Белова, И. М. Теория поля. Математический анализ : учебно-методическое пособие / И. М. Белова, Т. А. Манаенкова, В. М. Кессельман. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171438	ЭР*	60	100	+
8	Охорзин, В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD : учебное пособие / В. А. Охорзин. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 352 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/167771 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Лань".	ЭР*	60	100	+

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

Заведующий кафедрой ФМКиД _____ К.Р. Муратов

« 30 » _____ 2021 г.

Директор БИК _____ Д.Х. Каюкова

« 30 » _____ 2021 г.

М.П.

