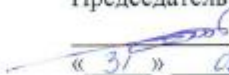


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 03.05.2024 15:04:13  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН

 Н.С.Захаров

« 31 » 08 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Численное моделирование физических полей  
направление подготовки: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
направленность (профиль): Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (нефтегазодобыча)  
форма обучения: заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30. 08.2021 г. и требованиями ОПОП 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, направленность (профиль): Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (нефтегазодобыча)

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры физики, методов контроля и диагностики  
Протокол № 1 от 30. 08.2021 г

И.о. заведующего кафедрой  К.Р. Муратов

СОГЛАСОВАНО:  
Заведующий выпускающей кафедрой САТМ  Н.С. Захаров

«31» авг 2021 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 дисциплинам общеуниверситетского блока элективных дисциплин по тематике "Цифровая инженерия" 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 дисциплины проектная деятельность.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) <sup>1</sup>	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		
заочная	2/4	6	-	10	92	Зачет

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины.

#### заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение	-	-	-	5	5	УК-1.2-31	Реферат
2	2	Элементы теории поля	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2-31 УК-1.2-У1	Тест
3	3	Уравнения теории упругости	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2-У1	Тест
4	4	Уравнения Максвелла в интегральном и дифференциальном виде	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2-У1	Тест
5	5	Теплоперенос	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2-У1	Тест
6	6	Численные методы	2	-	2	15	19	УК-1.2-31 УК-1.2-У1 УК-1.2-В1 УК-2.1-32	Отчет по лабораторной работе
7	7	Моделирование физических полей в программе Elcut	2	-	8	23	33	УК-2.1-32 УК-2.1-У2 УК-2.1-В2	Отчет по лабораторной работе
8	8	Альтернативные программные пакеты	-	-	-	5	5	УК-2.1-32 УК-2.1-У2 УК-2.1-В2	Реферат
...	Зачет		-	-	-	4	00		
Итого:			6	-	10	92	108		

### 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,

магнитоэлектростатическое 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	-	-	-	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	-	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	-	0,5	-	Тензоры деформаций и напряжений. Закон Гука. Модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона, параметры Ламе.
4	4	-	0,5	-	Физические величины, описывающие электромагнитное поле. Теоремы о циркуляции и Остроградского-Гаусса для электрического и магнитного полей. Материальные уравнения. Электростатическое взаимодействие, магнитоэлектростатическое взаимодействие, закон Ома, электромагнитная индукция и ток смещения в структуре уравнений Максвелла.
5	5	-	0,5	-	Температурное поле. Уравнение теплового баланса. Градиент температуры, тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплоемкость, температуропроводность.
6	6	-	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	-	1	-	Сходимость и устойчивость алгоритма. Граничные и начальные условия. Верификация результатов численного моделирования.
8	7	-	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:		-	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
		ОФ О	ЗФО	ОЗФО	
1	2	-	-	-	Элементы теории поля
2	3	-	-	-	Уравнения теории упругости
3	4	-	-	-	Уравнения Максвелла
4	5	-	-	-	Уравнения теплопереноса
5	6	-	2	-	Составление численных алгоритмов расчета интегральных выражений
6	7	-	1	-	Изучение интерфейса программы Elcut
7	7	-	1	-	Распределение упругих напряжений тела простой формы
8	7	-	1	-	Конденсатор переменной емкости
9	7	-	1	-	Распределение электрического тока в проводнике
10	7	-	1	-	Расчет магнитного поля постоянных, гармонических и нестационарных токов
11	7	-	1	-	Расчет теплового поля тела простой формы
12	7	-	-	-	Нагрев цилиндра и механические напряжения
13	7	-	2	-	Защита отчетов
Итого:		-	10	-	

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	1	-	5	-	Роль и место численных методов в науке и технике (по областям)	Написание реферата
2	2	-	5	-	Решение задач по теории поля	Выполнение типового расчета
3	2	-	5	-	Тест «Теория поля»	Тестирование
4	3	-	10	-	Уравнения теории упругости	Подготовка к тестированию/ Тестирование

5	4	-	10	-	Уравнения Максвелла	Подготовка к тестированию/ Тестирование
6	5	-	10	-	Уравнения теплопереноса	Подготовка к тестированию/ Тестирование
7	6	-	5	-	Составление численных алгоритмов расчета интегральных выражений	Подготовка к лабораторной работе
8	6	-	10	-		Оформление отчета по лабораторной работе
9	7		9	-	Моделирование физических полей в программе Elcut	Подготовка к лабораторным работам
10	7		14	-		Оформление отчета по лабораторным работам
11	8	-	5	-	Пакеты численного моделирования физических полей	Написание реферата
12	1-8	-	4			Подготовка к зачету
Итого:		-	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**

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

### **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 заочной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	Реферат	10
2	Тест	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
		<b>100</b>

## 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.

- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ <http://elib.tyuiu.ru/>
- Научно-техническая библиотеки ФГБОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ <http://bibl.rusoil.net>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО «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](http://www.biblio-online.ru)
- Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru/>
- Электронно-библиотечная система BOOK.ru <https://www.book.ru>

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

MicrosoftWindows;

MicrosoftOfficeProfessional

ELCUT Профессиональный (1 лицензия на 10 рабочих мест)

ANSYS

MathCad

## 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; курсового проектирования (выполнения курсовых работ); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации <b>г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д. 38, ауд. 332</b>	
	Учебная мебель: столы, стулья, доска меловая.	Компьютер в комплекте-1шт., экран, проектор, акустическая система
2	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий). Учебная лаборатория физических методов неразрушающего контроля <b>г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д. 38, ауд. 322</b>	
	Учебная мебель: столы ученические, компьютерные столы, маркерная доска	Компьютер в комплекте -11 шт, проектор, экран, телевизор LG, документ-камера, Проектор Epson EB-95



## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к лабораторным работам. После лекции студент должен познакомиться с планом лабораторных работ и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя.

Подготовка к лабораторной работе требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ. Важным этапом в самостоятельной работе студента является изучение материала по конспекту лекции.

В начале текста лабораторной работы присутствует вступительная часть, в которой формулируются задачи работы и обозначаются способы их решения. Отчет оформляется в машинописном виде согласно принятым нормам (формат, шрифт и т.п.). Он должен содержать: необходимые схемы и уравнения с пояснениями величин; достаточное количество рисунков и диаграмм, отражающих результат работы. Важной составляющей отчета является выводы, по существу которых преподаватель может оценить глубину освоения соответствующей темы дисциплины.

Контроль самостоятельной подготовки учащегося к теме лабораторной работы осуществляется в процессе её защиты преподавателю. Форма контроля – устные вопросы по содержанию работы и процессу решения поставленных задач.

Лабораторные занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют применить полученные теоретические знания на практике, дать окончательную оценку усвоения учащимся раздела дисциплины. В процессе подготовки к лабораторным занятиям обучающийся развивает умения и навыки самостоятельного поиска и анализа информации из различных источников, совершенствует свои научно-исследовательские компетенции.

Успешному осуществлению внеаудиторной самостоятельной работы способствуют тестирования. Они обеспечивают непосредственную связь между студентом и преподавателем (по ним преподаватель судит о трудностях, возникающих у студентов в ходе учебного процесса, о степени усвоения предмета, о необходимых коррективах педагогического процесса). Тесты используются для осуществления контрольных функций.

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа является одной из важнейших форм изучения любой дисциплины. Она позволяет систематизировать и углубить теоретические знания, закрепить умения и навыки, способствует развитию умений пользоваться научной и учебно-методической литературой. Познавательная деятельность в процессе самостоятельной работы требует от студента высокого уровня активности и самоорганизованности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, проектирование и моделирование разных видов и

компонентов профессиональной деятельности, консультации с преподавателем, научно-исследовательскую работу и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

## Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина/модуль Численное моделирование физических полей  
 Код, направление подготовки/специальность 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
 направленность (профиль): Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (нефтегазодобыча)

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
УК-1	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	Не может назвать математические и физические основания, 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 преобразование простейших преобразований 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.

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
УК-2	УК-2.1. Проводит анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.	Знать: 31 принципы формирования модели задачи и корректного задания начальных и граничных условий	Не знает принципы формирования модели задачи и корректного задания начальных и граничных условий	Может перечислит принципы формирования модели задачи. Не знает принципы задания начальных и граничных условий	Знает базовые принципы формирования модели задачи и задания начальных и граничных условий	Знает принципы формирования модели задачи и задания начальных и граничных условий. Может показать важность правильного задания начальных и граничных условий для получения корректного решения
		Уметь: У1 формировать модель в программной среде численного моделирования, в том числе систему взаимосвязанных моделей	Не умеет формировать модель в программной среде	Может сформировать геометрию модели, задать свойства	Формирует модель в программной среде численного моделирования для заданного типа задачи	Свободно формирует модель в программной среде численного моделирования, в том числе систему взаимосвязанных моделей
		Владеть: В1 навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов	Не владеет навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов	Владеет навыками построения простейших моделей физического поля. Не может дать анализ результатов моделирования	Владеет базовыми навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов	Свободно строит численные модели физического поля. Анализирует результаты моделирования и способен выполнить их верификацию

Приложение 2

### КАРТА

#### обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Численное моделирование физических полей

Код, направление подготовки/специальность 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

направленность (профиль): Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (нефтегазодобыча)

№ 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	<b>Волков, Е. А.</b> Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167179">https://e.lanbook.com/book/167179</a>	ЭР	30	100	+
2	<b>Петрищев, И. О.</b> Численные методы : учебно-методическое пособие / И. О. Петрищев, М. Г. Абязова. — Ульяновск : УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2017. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/112098">https://e.lanbook.com/book/112098</a>	ЭР	30	100	+
3	<b>Слабнов, В. Д.</b> Численные методы : учебник / В. Д. Слабнов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 392 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/133925">https://e.lanbook.com/book/133925</a>	ЭР	30	100	+
4	<b>Дубков, М. В.</b> Моделирование физических процессов в электромагнитных полях : учебное пособие / М. В. Дубков, И. Г. Веснов. — Рязань : РГРТУ, 2019. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168312">https://e.lanbook.com/book/168312</a>	ЭР	30	100	+
5	<b>Янов, С. И.</b> Уравнения математической физики : учебно-методическое пособие / С. И. Янов. — Барнаул : АлтГПУ, 2019. — 81 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/139183">https://e.lanbook.com/book/139183</a>	ЭР	30	100	+
6	<b>Мустейкис, А. И.</b> Численное решение задач теплопроводности : учебное пособие / А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 41 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/122077">https://e.lanbook.com/book/122077</a>	ЭР	30	100	+
7	<b>Андреев, В. К.</b> Математические модели механики сплошных сред : учебное пособие / В. К. Андреев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 240 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168854">https://e.lanbook.com/book/168854</a>	ЭР	30	100	+
8	<b>Белова, И. М.</b> Теория поля. Математический анализ : учебно-методическое пособие / И. М.	ЭР	30	100	+

	Белова, Т. А. Манаенкова, В. М. Кессельман. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/171438">https://e.lanbook.com/book/171438</a>				
9	<b>Охорзин, В. А.</b> Прикладная математика в системе MATHCAD : учебное пособие / В. А. Охорзин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-0814-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167771">https://e.lanbook.com/book/167771</a>	ЭР	30	100	+
10	<b>Солдаткин, А. В.</b> Введение в метод конечных элементов : учебное пособие / А. В. Солдаткин, Е. С. Баранова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2020. — 123 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/172238">https://e.lanbook.com/book/172238</a>	ЭР	30	100	+
11	<b>Каледин, В. О.</b> Методы конечных и граничных элементов : учебное пособие / В. О. Каледин. — Новокузнецк : НФИ КемГУ, 2017. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/169598">https://e.lanbook.com/book/169598</a>	ЭР	30	100	+
12	<b>Макаров, Е. Г.</b> Метод конечных элементов в прочностных расчётах : учебное пособие / Е. Г. Макаров. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 136 с. — ISBN 978-5-906920-49-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/121830">https://e.lanbook.com/book/121830</a>	ЭР	30	100	+
13	<b>Григорьев, А. Д.</b> Электродинамика и микроволновая техника : учебник / А. Д. Григорьев. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 704 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167679">https://e.lanbook.com/book/167679</a>	ЭР	30	100	+

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

И.о. зав. кафедрой ФМД \_\_\_\_\_ К.Р. Муратов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Директор БИК \_\_\_\_\_ Д.Х. Каюкова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

М.П.

