

Документ подписан простой электронной подписью

Информационный отдел

ФИО: Клочков Юрий Сергеевич

Должность: и.о. ректора

Дата подписания: 04.10.2024 09:45:27 образовательное учреждение высшего образования

Уникальный программный ключ: «ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Ю.Е. Якубовский

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: Моделирование систем и процессов

направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика

направленность (профиль): Моделирование механических систем и процессов

форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры «Прикладная механика»  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** владение методами математического моделирования при решении задач проведения расчетов на прочность и жесткость при различных внешних воздействиях элементов и деталей, входящих в состав конструкций, машин и механизмов.

### Задачи дисциплины:

1. Изучение методов интерполяции и экстраполяции данных, заданных таблично;
2. Изучение методов решения нелинейных уравнений;
3. Изучение методов решения систем линейных алгебраических уравнений;
4. Изучение методов решения дифференциальных уравнений;
5. Изучение методов решения систем дифференциальных уравнений;
6. Изучение составления конечно-разностных схем для решения дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих элементы деталей и конструкций с учетом работы при различных внешних воздействиях;
7. Программная реализация численных алгоритмов для решения задач математической физики, математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследований в профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются

*знание:*

- видов представления реальных объектов их аналогами, для проведения расчетов и экспериментов;
- постановки и методов решения задач вычислительной механики;

*умение:*

- умение составлять алгоритмы решения задач;
- применять знания, полученные по математике и информатике для проведения расчетов различных конструктивных элементов строительных конструкций и деталей машин и механизмов на прочность и жесткость;

*владение:*

- основами составления алгоритмов, приводящих выполнение компьютерной программы к конечному решению.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Математика», «Физика», «Теоретическая механика» и служит основой для освоения других дисциплин профильной направленности.

## 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
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в	ОПК-1.3 Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования	Знать (З1): основные исторические этапы в развитии моделирования и современные тенденции развития моделирования в России и в других странах мира.
		Уметь (У1): применять основные методические подходы к созданию корректных математических моделей элементов и деталей, входящих в состав конструкций, машин и механизмов
		Владеть (В1): системой знаний о методах и задачах

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
профессиональной деятельности		математического моделирования.
	ОПК-1.5 Использует методы теоретического и экспериментального исследования объектов в профессиональной деятельности	Знает (З2): методы профессиональной деятельности; Уметь (У2): применять методы теоретического и экспериментального исследования объектов в профессиональной деятельности; Владеть (В2): методами теоретического и экспериментального исследования.
ОПК-12 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности	ОПК-12.1 Использует цифровые двойники объектов добычи нефти, газа и подземного хранения газа для проведения вычислительных экспериментов	Знать (З3): основные методические подходы к созданию корректных математических моделей работы нефтяных скважин на различных стадиях разработки месторождений.
		Уметь (У3): определять наиболее эффективные методики построения модели для добывающих нефтяных скважин с учетом фильтрационно-емкостных свойств коллектора.
		Владеть (В3): методами математического моделирования применительно к эксплуатации нефтяных скважин
	ОПК-12.2 Применяет современное программное обеспечение для решения практических задач	Знает (З4): современное программное обеспечение для математического моделирования технологических процессов; Уметь (У4): работать в программном обеспечении при решении задач, описываемых уравнениями математической физики; Владеть (В4): методами работы в системах компьютерной алгебры и средствах программирования
ОПК-12.3 Относится критически к полученным результатам, проверяет их на корректность, валидность и адекватность	Знает (З5): критерии корректности результатов моделирования; Уметь (У5): планировать вычислительные эксперименты; Владеть (В5): методами валидации модели;	

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных 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	4/7	16	-	30	35	27	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.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
4 курс 7 семестр									
1	1	Вводная часть	4	-	4	5	16	ОПК-1.3 ОПК-1.5	Лаб. работы № 1
2	2	Теория математического моделирования	2	-	4	5	17	ОПК-1.3 ОПК-1.5	РГР №1,2 Лаб. работы № 2
3	3	Численные методы интерполяции и интегрирования	2	-	8	10	21	ОПК-1.3 ОПК-1.5	РГР №3
4	4	Численное решение уравнений и систем уравнений	4	-	8	10	32	ОПК-1.3 ОПК-1.5	РГР №4
								ОПК-12.2 ОПК-12.3	Лаб. работы № 5,4,3
5	5	Решение прикладных задач методами вычислительной математики	4	-	8	5	32	ОПК-1.3 ОПК-1.5 ОПК-12.2	РГР №5
								ОПК-1.3 ОПК-1.5 ОПК-12.2 ОПК-12.3	Лаб. работы № 6,7,11
Итого за 7 семестр			16	-	30	35	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. Вводная часть.

Методологические основы моделирования. Современное состояние проблемы моделирования систем. Понятия модели и моделирования. Моделирование как процесс. Адекватность модели. Полнота модели. Гибкость модели. Трудоемкость модели. Физическое моделирование. Натурное моделирование.

#### Раздел 2. Теория математического моделирования.

Математическое моделирование. Математическая модель. Цель математического моделирования. Принципы построения математических моделей. Аналитическое моделирование. Численное моделирование. Компьютерное моделирование. Средства и программные комплексы для численного моделирования. Статистическое моделирование. Методы решения задач математической физики.

#### Раздел 3. Численные методы интерполяции и интегрирования.

Аппроксимация. Метод Ньютона. Метод наименьших квадратов. Метод Лагранжа. Метод конечных разностей. Численное интегрирование. Приближенные формулы Котеса. Метод прямоугольников. Метод Трапеций. Метод Симсона.

#### Раздел 4. Численное решение уравнений и систем уравнений.

Метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Метод Рунге-Кутты третьего порядка. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка. Метод Адамса. Метод RADAUS. Практическое решение задачи распределения давления по стволу газовой скважины. Приведение дифференциальных уравнений высших порядков к системе уравнений первого порядка. Модификация методов численного решения дифференциальных уравнений для случая решения системы дифференциальных уравнений.

Раздел 5. Решение прикладных задач методами вычислительной математики.

Численное решение задачи распределения давления, скорости потока, плотности и температуры по длине газопровода. Численное решение уравнения диффузии (на примере распределения пластового давления). Численное решение уравнения переноса (на примере распределения насыщенности).

## 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Тема лекции	
		Объем, час. ОФО	
4 курс 7 семестр			
1	1	4	Методологические основы моделирования. Современное состояние проблемы моделирования систем. Понятия модели и моделирования. Моделирование как процесс. Адекватность модели. Полнота модели. Гибкость модели. Трудоемкость модели. Физическое моделирование. Натурное моделирование.
2	2	2	Математическое моделирование. Математическая модель. Цель математического моделирования. Принципы построения математических моделей. Аналитическое моделирование. Численное моделирование. Компьютерное моделирование. Средства и программные комплексы для численного моделирования. Статистическое моделирование. Методы решения задач математической физики.
3	3	2	Аппроксимация. Метод Ньютона. Метод наименьших квадратов. Метод Лагранжа. Метод конечных разностей. Численное интегрирование. Приближенные формулы Котеса. Метод прямоугольников. Метод Трапеций. Метод Симсона.
4	4	4	Метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Метод Рунге-Кутты третьего порядка. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка. Метод Адамса. Метод RADAUS. Приведение дифференциальных уравнений высших порядков к системе уравнений первого порядка. Модификация методов численного решения дифференциальных уравнений для случая решения системы дифференциальных уравнений.

5	5	4	Численное решение задачи распределения давления, скорости потока, плотности и температуры по длине газопровода. Численное решение уравнения диффузии (на примере распределения пластового давления). Численное решение уравнения переноса (на примере распределения насыщенности).
Итого: 7 семестр		16	

### Практические занятия

Не предусмотрены.

### Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

Занятие № п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Наименование лабораторной работы
		ОФО	
4 курс 7 семестр			
1	3	10	Лаб.раб. №1. Численная интерполяция. Построение кривых относительных фазовых проницаемостей по опытным точкам.
			Лаб.раб. №2. Численное интегрирование. Расчет определенного интеграла методами Трапеций, Прямоугольников. Симсона.
			Лаб.раб. №3. Расчет потенциальных извлекаемых запасов нефти с помощью интегральных характеристик вытеснения.
2	4	8	Лаб.раб.№ 4. Расчет распределения забойного давления по стволу газовой скважины.
			Лаб.раб. № 5. Гидравлический расчет газопровода методом Рунге-Кутта.
3	5	4	Лаб.работа № 6 Построение явной и неявной конечно-разностной схемы для уравнения диффузии (пьезопроводности).
4		4	Лаб.работа №7. Расчет поля пластового давления конечно-разностными схемами.
5		4	Лаб.работа №8 Расчет поля насыщенностей при вытеснении нефти-водой с помощью конечно-разностной схемы для уравнения переноса.
Итого: 7 семестр		30	

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СРС
		ОФО		
4 курс 7 семестр				
1	1	2	Вводная часть	Выполнение работ, подготовка к лаб. работам, работа с современными журналами (электронными и печатными).
2	2	4	Теория математического моделирования	
3	3	10	Численные методы интерполяции и интегрирования	
4	4	9	Численное решение уравнений и систем уравнений	
5	5	10	Решение прикладных задач методами вычислительной математики	

Итого	35		

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

- Создание интеллект-карт: вместо переписывания информации со слайдов или механического конспектирования обучающиеся приобретают навык работы с большим объемом информации. Более подробно о нашем опыте применения этой методики в преподавании сопромата <https://mir-nauki.com/73PDMN620.html>.
- Работа с современными базами научных журналов разной направленности, работа с базами научных статей и патентов (<https://scholar.google.ru>, <https://elibrary.ru> и т.д.): погружение обучающихся в реальное применение изучаемых теоретических материалов, рассмотрение различных направлений науки, ориентация в выборе своего будущего направления(профиля ) инженерной деятельности;
- Командная работа в мини- группах;
- Мини- Конференции, как защита лаб.работ: Умение презентовать свои мысли и идеи
- Эксперименты, сопоставление с теорией, развитие умения анализировать данные и синтезировать идеи.

## 6. Тематика курсовых работ

Не предусмотрено

## 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
2 курс 3 семестр		
1 текущая аттестация		
1	Лаб.раб. №1. Численная интерполяция. Построение кривых относительных фазовых проницаемостей по опытным точкам.	0...10
2	Лаб.раб. №2. Численное интегрирование. Расчет определенного интеграла методами Трапеций, Прямоугольников. Симсона.	0...10
3	Лаб.раб. №3. Расчет потенциальных извлекаемых запасов нефти с помощью интегральных характеристик вытеснения.	0...10
<b>ИТОГО за первую текущую аттестацию</b>		<b>0...30</b>
2 текущая аттестация		
6	Лаб.раб.№ 4. Расчет распределения забойного давления по стволу газовой скважины.	0...10
7	Лаб.раб. № 5. Гидравлический расчет газопровода методом Рунге-Кутта.	0...10
<b>ИТОГО за вторую текущую аттестацию</b>		<b>0...20</b>
3 текущая аттестация		
10	Лаб.работа № 6 Построение явной и неявной конечно-разностной схемы для уравнения диффузии (пьезопроводности).	0...10
11	Лаб.работа №7. Расчет поля пластового давления конечно-разностными	0...20

	схемами.	
12	Лаб. работа №8 Расчет поля насыщенностей при вытеснении нефти-водой с помощью конечно-разностной схемы для уравнения переноса.	0...20
	<b>ИТОГО за третью текущую аттестацию</b>	<b>50</b>
	<b>ВСЕГО</b>	<b>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)

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

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Microsoft Windows;
3. Программный комплекс "Лира 10. Версия 8";
4. nanoCAD 22.0;

## 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, практик, 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	Моделирование систем и процессов	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.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Мельникайте д.72
		Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения	625001, Тюменская область, г.

		занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная лаборатория. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Лабораторные установки-А.059 <u>Самостоятельная работа</u> обучающихся Аудитория для самостоятельной работы обучающихся Оснащенность: Учебные столы, стулья. Доска меловая. Компьютеры	Тюмень, ул. 50 лет Октября д.38
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------

## 11. Методические указания по организации СРС

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

Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли на базе MathCAD 15 / Ж. М. Колев, А. Н. Колева, Г. Т. Апасов, Т. К. Апасов. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. – 209 с. – ISBN 978-5-9961-1593-8. – EDN XZHRRJ.

Применение дифференциальных уравнений в прикладных задачах : Учебное пособие / А. А. Хайруллин, И. Е. Шемякина, Ж. М. Колев [и др.]. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2021. – 110 с. – ISBN 978-5-9961-2576-0. – EDN WHTVSX.

Вычислительная гидромеханика пласта с применением прикладных программ tNavigator и MathCAD / Ж. М. Колев, Е. И. Мамчистова, М. И. Забоева [и др.]. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2021. – 220 с. – ISBN 978-5-9961-2554-8. – EDN YWENII.

Основы моделирования пластовых систем / А. И. Насырова, А. А. Хайруллин, Д. А. Конев [и др.]. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2024. – 91 с. – ISBN 978-5-9961-3285-0. – EDN RZGXAR.

### 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 обучающегося 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 обучающихся 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 с группой в зависимости от цели, объёма, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций; изучение и конспектирование рекомендуемой литературы; подготовку мультимедиа-сообщений/докладов; подготовку реферата; тестирование; решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, расчётов (графических

работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовку к деловым играм и др.

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

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

Дисциплина: Моделирование систем и процессов

Код, направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика

Направленность (профиль): Моделирование механических систем и процессов

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования	Знать (З1): основные исторические этапы в развитии моделирования и современные тенденции развития моделирования в России и в других странах мира.	Не знает исторические этапы в развитии моделирования и современные тенденции в развитии моделирования.	Демонстрирует отдельные знания исторических этапов в развитии моделирования и современных тенденции в развитии моделирования.	Демонстрирует достаточные знания о развитии моделирования и современных тенденциях развития моделирования в России и в других странах мира.	Демонстрирует исчерпывающие знания основных исторических этапов в развитии моделирования и современных тенденциях развития моделирования в России и в других странах мира.
		Уметь (У1): применять основные методические подходы к созданию корректных математических моделей элементов и деталей, входящих в состав конструкций, машин и механизмов.	Не способен применять основные методические подходы к созданию корректных математических моделей элементов и деталей, входящих в состав конструкций, машин и механизмов	Умеет проводить анализ поставленной задачи и составлять с методом ее решения.	Умеет применять основные методические подходы к созданию корректных математических моделей элементов и деталей, входящих в состав конструкций, машин и механизмов.	Умеет применять основные методические подходы к созданию корректных математических моделей в различных областях знаний.
		Владеть (В1): системой знаний о методах и задачах математического моделирования.	Не владеет системой знаний о методах и задачах математического моделирования.	Владеет методикой системой знаний о методах и задачах математического моделирования.	Хорошо владеет системой знаний о методах и задачах математического моделирования.	В совершенстве владеет системой знаний о методах и задачах математического моделирования.

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	ОПК-1.5 Использует методы теоретического и экспериментального исследования объектов в профессиональной деятельности	Знать (ЗЗ): методы профессиональной деятельности;	Не знает методы профессиональной деятельности.	Демонстрирует знания методов профессиональной деятельности.	Демонстрирует достаточные знания методов профессиональной деятельности.	Демонстрирует исчерпывающие знания методов профессиональной деятельности.
		Уметь (УЗ): применять методы теоретического и экспериментального исследования объектов в профессиональной деятельности;	Не способен применять методы теоретического и экспериментального исследования объектов в профессиональной деятельности.	Умеет применять методы теоретического и экспериментального исследования объектов в профессиональной деятельности.	Умеет эффективно применять методы теоретического и экспериментального исследования объектов в профессиональной деятельности.	Умеет в совершенстве применять методы теоретического и экспериментального исследования объектов в профессиональной деятельности.
		Владеть (ВЗ): методами теоретического и экспериментального исследования.	Не владеет методами теоретического и экспериментального исследования.	Владеет методами теоретического и экспериментального исследования.	Хорошо владеет методами теоретического и экспериментального исследования.	В совершенстве владеет методами теоретического и экспериментального исследования.
ОПК-12 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной	ОПК-12.1 Использует цифровые двойники объектов добычи нефти, газа и подземного хранения газа для проведения вычислительных экспериментов	Знать (З4): основные методические подходы к созданию корректных математических моделей работы нефтяных скважин на различных стадиях разработки месторождений.	Не знает подходы к решению прикладных задач нефтегазовой отрасли.	Демонстрирует знания основных методических подходов к созданию корректных математических моделей работы нефтяных скважин на различных стадиях разработки месторождений.	Демонстрирует достаточные знания основных методических подходов к созданию корректных математических моделей работы нефтяных скважин на различных стадиях разработки месторождений.	Демонстрирует исчерпывающие знания основных методических подходов к созданию корректных математических моделей работы нефтяных скважин на различных стадиях разработки месторождений.

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
деятельности		Уметь (У4): определять наиболее эффективные методики построения модели для добывающих нефтяных скважин с учетом фильтрационно-емкостных свойств коллектора.	Не способен определять наиболее эффективные методики построения модели.	Умеет выбирать методики построения модели для добывающих нефтяных скважин с учетом фильтрационно-емкостных свойств коллектора.	Умеет выбирать наиболее эффективные методики построения модели для добывающих нефтяных скважин с учетом фильтрационно-емкостных свойств коллектора.	Умеет выбирать наиболее эффективные методики построения модели для добывающих нефтяных скважин с учетом фильтрационно-емкостных свойств коллектора и сопоставлять полученные с помощью них результаты между собой.
		Владеть (В4): методами математического моделирования применительно к эксплуатации нефтяных скважин.	Не владеет методами математического моделирования применительно к эксплуатации нефтяных скважин.	Владеет методами математического моделирования применительно к эксплуатации нефтяных скважин.	Хорошо владеет методами математического моделирования применительно к эксплуатации нефтяных скважин.	В совершенстве владеет методами математического моделирования применительно к эксплуатации нефтяных скважин.
	ОПК-12.2 Применяет современное программное обеспечение для решения практических задач	Знает (З3): современное программное обеспечение для математического моделирования технологических процессов;	Не знает подходы к решению задач с помощью современного программного обеспечения для математического моделирования технологических процессов;	Демонстрирует знания современного программного обеспечения для математического моделирования технологических процессов.	Демонстрирует достаточные знания современного программного обеспечения для математического моделирования технологических процессов.	Демонстрирует исчерпывающие знания современного программного обеспечения для математического моделирования технологических процессов.
		Уметь (У3): работать в программном обеспечении при решении задач, описываемых уравнениями математической физики;	Не способен применять прикладные программы для решения задач на ЭВМ.	Умеет применять прикладные программы для решения задач на ЭВМ..	Умеет эффективно применять прикладные программы для решения задач на ЭВМ..	Умеет в совершенстве применять специализированное программное обеспечение.

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть (В3): методами работы в системах компьютерной алгебры и средствах программирования	Не владеет навыками работы в системе компьютерной алгебры.	Владеет навыками работы в системе компьютерной алгебры.	Хорошо владеет навыками работы в системе компьютерной алгебры.	В совершенстве владеет навыками работы в системе компьютерной алгебры.
	ОПК-12.3 Относится критически к полученным результатам, проверяет их на корректность, валидность и адекватность	Знает (З3): критерии корректности результатов моделирования;	Не знает критерии корректности результатов моделирования;	Демонстрирует знания критерии корректности результатов моделирования.	Демонстрирует достаточные знания критерии корректности результатов моделирования.	Демонстрирует исчерпывающие достаточные знания критерии корректности результатов моделирования.
Уметь (У3): планировать вычислительные эксперименты;		Не способен планировать эксперименты.	Умеет планировать эксперименты.	Умеет правильно планировать вычислительные эксперименты.	Умеет в совершенстве планировать вычислительные эксперименты.	
Владеть (В3): методами валидации модели;		Не владеет методами валидации модели.	Владеет навыками методами валидации модели.	Хорошо владеет методами валидации модели.	В совершенстве владеет методами валидации модели.	

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина: Моделирование систем и процессов

Код, направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика

Направленность (профиль): Моделирование механических систем и процессов

п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли на базе MathCAD 15 / Ж. М. Колев, А. Н. Колева, Г. Т. Апасов, Т. К. Апасов. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. – 209 с. – ISBN 978-5-9961-1593-8. – EDN XZHRRJ.	75	30	100	+
2	Применение дифференциальных уравнений в прикладных задачах : Учебное пособие / А. А. Хайруллин, И. Е. Шемякина, Ж. М. Колев [и др.]. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2021. – 110 с. – ISBN 978-5-9961-2576-0. – EDN WHTVSX.	ЭР	30	100	+
3	Вычислительная гидромеханика пласта с применением прикладных программ tNavigator и MathCAD / Ж. М. Колев, Е. И. Мамчистова, М. И. Забоева [и др.]. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2021. – 220 с. – ISBN 978-5-9961-2554-8. – EDN YWENII.	ЭР	30	100	-
4	Основы моделирования пластовых систем / А. И. Насырова, А. А. Хайруллин, Д. А. Конев [и др.]. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2024. – 91 с. – ISBN 978-5-9961-3285-0. – EDN RZGXAR.	ЭР	30	100	+

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

# Лист согласования 00ДО-0000750761

Внутренний документ "Моделирование систем и процессов\_2024\_15.03.03\_ММСб"

Документ подготовил: Лыкова Анна Николаевна

Документ подписал:

Серийный номер ЭП	Должность	ФИО	ИО	Результат	Дата	Комментарий
	Заведующий кафедрой, имеющий ученую степень доктора наук	Якубовский Юрий Евгеньевич		Согласовано		
	Директор	Каюкова Дарья Хрисановна		Согласовано		
	Ведущий специалист		Кубасова Светлана Викторовна	Согласовано		