

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Романчук Иван Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 28.04.2025 14:55:42  
Уникальный программный ключ:  
6319edc2b582ffdacea443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИК

Якименко В.И.

**Астрофизика**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины: УК-1.

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

**Знания:**

- основные законы, теоремы и понятия астрономии и астрофизики;
- практические приложения астрономических наблюдений, вычислений;
- строения небесных тел и их систем.

**Умения:**

- решать задачи прикладного и теоретического характера;
- пользоваться астрономическими таблицами, методичками, каталогами;
- организовать наблюдения за Луной, Солнцем, планетами;
- объяснить стандартные явления на небе.

**Навыки:**

- применения математического аппарата в решении астрономических задач;
- устойчивого научного убеждения в объяснении тех или иных проблем современной астрофизики.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6 / 7 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>4</b>	<b>4</b>
	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Введение в курс общей астрофизики	2	0	0	2
2	Глаз человека – совершенная оптическая система. Сферическая система координат	2	2	0	4
3	Измерение времени. Планетарный и астрофизический аспекты	2	2	0	4
4	Астрономические редукции. Абберация света	2	2	0	4
5	Строение Солнечной системы. Внутренние и внешние планеты. Планеты группы Земли и Юпитера. Астрофизические аспекты	2	4	0	6
6	Солнце	2	2	0	4
7	Термоядерный синтез. Протон-протонные циклы с вариациями, углеродный цикл	2	4	0	6
8	Проблемы солнечных нейтрино. Эксперименты по их обнаружению	2	6	0	8
9	Активные образования на Солнце и солнечно-земные связи	2	0	0	2
10	Звёзды. Звёздные величины от Гиппарха до показателя цвета. Современная Гарвардская спектральная классификация	2	2	0	4
11	V главная последовательность. Белые карлики, нейтронные звёзды, сверхновые звёзды, квазары и чёрные дыры. Эволюционные треки звёзд	2	0	0	2
12	Галактика и галактики. Строение Галактики. Плоская составляющая Галактики и звезды G2V	2	0	0	2
13	Квазары. Чёрные дыры в галактиках и других образованиях. Сверхновые I типа	2	2	0	4
14	Экзопланеты. Методы их обнаружения. Условия возникновения жизни во Вселенной. Местное скопление галактик	2	4	0	6
15	Сверхскопление галактик. Крупномасштабная структура. Филаменты. Войды. Стена	2	0	0	2
16	Вселенная. Эффекты О.Т.О. и С.Т.О. во Вселенной. Тёмная масса и тёмная энергия	2	2	0	4
	<b>Итого (ак.часов)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>64</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Мурзин, В.С. Астрофизика космических лучей: учебное пособие для вузов / В.С. Мурзин. — Москва: Логос, Университетская книга, 2011. — 488 с. — ISBN 978-5-98704-171-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70686.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Зельдович, Я.Б. Магнитные поля в астрофизике / Я.Б. Зельдович, А.А. Рузмайкин, Д.Д. Соколов; перевод Е.В. Иванова; под редакцией Д.Д. Соколова. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 384 с. — ISBN 978-5-4344-0769-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91955.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Астрономия: учебник / В.И. Шупляк, М.Б. Шундалов, А.П. Клищенко, В.В. Малыщиц. — Минск: Вышэйшая школа, 2022. — 352 с. — ISBN 978-985-06-3417-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129957.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

##### 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

Не требуются для реализации дисциплины.

#### 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

База данных IPR Books. — <https://www.iprbookshop.ru/>

#### 7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

#### 8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

- Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО

Заместителем директора школы

Креков С.А.

РАЗРАБОТЧИК(И)

Шевелёв А.П., Гильманов А.Я.

**Вычислительная физика**

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика

Физика

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): ОПК-3

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Вычислительная физика

Дисциплина направлена на формирование следующей компетенции:

Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-3).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать: основные этапы математического моделирования и численного исследования физических процессов и систем; основные численные методы решения физических задач. Студент должен уметь применять основные численные методы для решения физических задач, уметь выбирать необходимый метод и составить его алгоритм.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			5	6
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	8	4	4
	час	288	144	144
Из них:				
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>128</b>	64	64
Лекции		32	16	16
Практические занятия		0	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		96	48	48
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>160</b>	80	80
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Дифференцированный зачет	Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)	Итого аудиторных

1	2				ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
	<b>Часов в 5 семестре</b>	16	0	48	64
	Вычислительная физика	16	0	48	64
1	Основные определения вычислительной физики	2	0	0	2
2	Основы программирования	0	0	4	4
3	Консультация	0	0	0	0
4	Методы решения алгебраических уравнений	2	0	0	2
5	Итерационные методы решения алгебраических уравнений	0	0	4	4
6	Консультация	0	0	0	0
7	Метод дихотомии.	0	0	4	4
8	Консультация	0	0	0	0
9	Консультация	0	0	0	0
10	Метод Эйлера	2	0	0	2
11	Метод Эйлера	0	0	4	4
12	Консультация	0	0	0	0
13	Консультация	0	0	0	0
14	Устойчивость, сходимость, порядок аппроксимации	2	0	0	2
15	Метод Эйлера-Кромера.	0	0	4	4
16	Методы Рунге-Кутты	0	0	4	4
17	Консультация	0	0	0	0
18	Консультация	0	0	0	0
19	Интерполяция и экстраполяция	2	0	0	2
20	Кусочно-линейная и полиномиальная интерполяция	0	0	4	4
21	Консультация	0	0	0	0
22	Метод наименьших квадратов.	0	0	4	4
23	Консультация	0	0	0	0
24	Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	2	0	0	2
25	Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	0	0	4	4
26	Консультация	0	0	0	0

27	Консультация	0	0	0	0
28	Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка	2	0	0	2
29	Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка	0	0	4	4
30	Консультация	0	0	0	0
31	Консультация	0	0	0	0
32	Консультация	0	0	0	0
33	Метод автомодельной переменной и численные методы интегрирования	2	0	0	2
34	Метод автомодельной переменной	0	0	4	4
35	Численные методы интегрирования	0	0	4	4
36	Консультация перед зачётом	0	0	0	0
37	Дифференцированный зачёт	0	0	0	0
	<b>Часов в 6 семестре</b>	16	0	48	64
	Вычислительная физика	16	0	48	64
1	Конечно-разностные методы для уравнения параболического типа	2	0	0	2
2	Явная схема для уравнения параболического типа	0	0	4	4
3	Консультация	0	0	0	0
4	Неявная схема для уравнения параболического типа	0	0	4	4
5	Смешанные схемы для уравнения параболического типа	2	0	0	2
6	Консультация	0	0	0	0
7	Смешанные схемы для уравнения параболического типа	0	0	4	4
8	Консультация	0	0	0	0
9	Консультация	0	0	0	0
10	Методы решения нестационарных многомерных уравнений в частных производных	2	0	0	2
11	Явная схема для многомерного уравнения в частных производных	0	0	4	4
12	Консультация	0	0	0	0
13	Неявная схема для многомерного уравнения в частных производных	0	0	4	4
14	Консультация	0	0	0	0
15	Методы конечных разностей для уравнения гиперболического типа	2	0	0	2
16	Методы конечных разностей для уравнения гиперболического типа	0	0	4	4
17	Консультация	0	0	0	0
18	Консультация	0	0	0	0
19	Явные методы решения волнового уравнения первого порядка	2	0	0	2
20	Явная схема для волнового уравнения первого порядка	0	0	4	4

21	Консультация	0	0	0	0
22	Метод Лакса	0	0	4	4
23	Консультация	0	0	0	0
24	Методы Лакса-Вендроффа и Мак-Кормака. Метод контрольного объёма	2	0	0	2
25	Методы Лакса-Вендроффа и Мак-Кормака. Метод контрольного объёма	0	0	4	4
26	Консультация	0	0	0	0
27	Консультация	0	0	0	0
28	Численные методы решения уравнений эллиптического типа	2	0	0	2
29	Схема "крест"	0	0	4	4
30	Консультация	0	0	0	0
31	Метод Либмана	0	0	4	4
32	Консультация	0	0	0	0
33	Консультация	0	0	0	0
34	Методы оптимизации	2	0	0	2
35	Методы оптимизации	0	0	4	4
36	Консультация перед зачётом	0	0	0	0
37	Дифференцированный зачёт	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	0	96	128

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированный зачёт в обоих семестрах.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1 Литература:

1. Зализняк, В. Е. Основы вычислительной физики. Ч.1. Введение в конечно-разностные методы / В. Е. Зализняк. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 252 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92058.html> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Купцов, П. В. Элементарная вычислительная физика. Компьютерная обработка данных на практических и лабораторных занятиях : учебное пособие / П. В. Купцов, А. В. Купцова. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015. — 36 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/76536.html> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/76536>

## **5.2 Электронные образовательные ресурсы:**

Не используются.

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Springer / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России».

URL: <https://rd.springer.com/>

Электронно-библиотечная система «ЗНАНИУМ» / ООО «ЗНАНИУМ». URL: <https://lib.utmn.ru/tpost/mlxo8l6vg1-znaniumcom>

Электронно-библиотечная система Лань / ООО ЭБС «ЛАНЬ». URL: <https://e.lanbook.com/>

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО

Заместителем директора  
школы

Креков С.А.

РАЗРАБОТЧИК(И)

Гильманов А.Я. Шевелёв А.П.

**Геофизические исследования скважин**

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки (03.03.02 Физика

Физика

форма обучения очная)

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): ПК-1, ПК-2

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Геофизические исследования скважин

Дисциплина направлена на формирование следующей профессиональной компетенции:

По направлению подготовки 03.03.02 Физика:

- Способен организовывать выполнение научно-исследовательских работ по закреплённой тематике (ПК-1).

-Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок (ПК-2).

По направлению подготовки 16.03.01 Техническая физика:

-Способен применять методы аналитических исследований в соответствующей области знаний (ПК-2).

В результате изучения курса студент должен:

Знать:

- типы ГИС
- физические принципы ГИС
- область применения ГИС

Уметь:

- интерпретировать данные ГИС
- решать обратные задачи ГИС
- применять комплекс методов ГИС для корректной интерпретации результатов.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		80	80
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Дифференцированный зачет

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 6 семестре</b>	32	32	0	64
	Геофизические исследования скважин	32	32	0	64
1	Методология геофизических методов исследования	2	0	0	2
2	4 типа фундаментальных взаимодействий	0	2	0	2
3	Коэффициент Пуассона и модуль Юнга	2	0	0	2
4	Коэффициент Пуассона и модуль Юнга	0	2	0	2
5	Метод удельного электрического сопротивления	2	0	0	2
6	Потенциал-зонд и градиент-зонд	0	2	0	2
7	Консультация	0	0	0	0
8	Метод кажущегося сопротивления	2	0	0	2
9	Метод кажущегося сопротивления	0	2	0	2
10	Боковое электрическое зондирование	2	0	0	2
11	Боковое электрическое зондирование	0	2	0	2
12	Консультация	0	0	0	0
13	Индукционные методы геофизических исследований скважин	2	0	0	2
14	Кривые ИК и их интерпретация	0	2	0	2
15	Низкочастотные и высокочастотные методы ИК	2	0	0	2
16	Интерпретация каротажных кривых высокочастотных методов ИК	0	2	0	2
17	Консультация	0	0	0	0
18	Радиоактивные методы ГИС	2	0	0	2
19	Радиоактивные методы ГИС	0	2	0	2
20	Гамма-метод и нейтронные методы	2	0	0	2
21	Нейтронные методы	0	2	0	2
22	Консультация	0	0	0	0
23	Акустические методы исследования	2	0	0	2

24	Акустические методы исследования	0	2	0	2
25	Упругие волны в нефтенасыщенных пористых средах	2	0	0	2
26	Упругие волны в нефтенасыщенных пористых средах	0	2	0	2
27	Консультация	0	0	0	0
28	Сейсмические методы исследования	2	0	0	2
29	Метод отражённых волн	0	2	0	2
30	Метод преломлённых волн	2	0	0	2
31	Метод преломлённых волн	0	2	0	2
32	Консультация	0	0	0	0
33	Закон Фурье	2	0	0	2
34	Закон Фурье	0	2	0	2
35	Основные термические свойства	2	0	0	2
36	Термические методы ГИС	0	2	0	2
37	Консультация	0	0	0	0
38	Термические методы ГИС	2	0	0	2
39	Практическая работа по интерпретации одного из методов ГИС	0	2	0	2
40	Консультация	0	0	0	0
41	Дифференцированный зачёт	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	32	0	64

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированный зачёт

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1 Литература:

1. Журавлев, Г. И. Бурение и геофизические исследования скважин / Г. И. Журавлев, А. Г. Журавлев, А. О. Серебряков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 344 с. — ISBN 978-5-507-47246-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/346442> (дата обращения: 20.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

1. Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета <http://lib.mexmat.ru>.
2. eLIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва) <http://elibrary.ru>.

#### 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ProQuest Dissertations & Theses Global / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: <https://search.proquest.com/index>
2. Национальная электронная библиотека. URL: <https://rusneb.ru/>

**7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

**8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер для каждого обучающегося.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО  
Доцентом (к.н.), заместителем  
директора школы  
Крековым С.А.  
РАЗРАБОТЧИК  
Турнаева Е.А.

**Избранные разделы общей химии**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлениям подготовки  
03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика  
профиль подготовки  
для всех профилей направлений подготовки  
форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

### 1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:

- 03.03.02 Физика – УК-1;
- 16.03.01 Техническая физика – ОПК-1.

### 1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

**Знания:** роль и место химии в естествознании, классификацию и номенклатуру химических веществ, систем и реакций, строение вещества и принципы химических превращений.

**Умения:** работать с литературой по химии; анализировать и классифицировать химические системы и протекающие в них реакции; прогнозировать свойства веществ на основе знания их строения и принципов химических превращений; осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации; применять системный подход для решения поставленных задач.

**Навыки:** написания химических уравнений; планирования химического исследования; владение спецификой видов химической терминологии.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>ак.ч.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак. час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Основные понятия и предмет химии	4	0	0	4
2	Смеси, растворы. Способы выражения концентрации растворов	0	6	0	6
3	Строение атома. Периодический закон Д. И. Менделеева	2	2	0	4
4	Химическая связь. Строение молекул и классы химических соединений	4	4	0	8
5	Теория химических процессов. Химическая термодинамика.	2	2	0	4
6	Кинетика химических реакций. Химическое равновесие	4	4	0	8
7	Растворы. Коллигативные свойства растворов. Теория электролитической диссоциации	2	2	0	4
8	Реакции в растворах электролитов. Реакции ионного обмена	2	2	0	4
9	Свойства растворов. Окислительно-восстановительные реакции	2	2	0	4
10	Электрохимические процессы	2	4	0	6
11	Поверхностные явления. Дисперсные системы	4	2	0	6
12	Химия высокомолекулярных соединений	4	2	0	6
	<b>Итого (ак. часов)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>64</b>

## 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Литература:**

1. Химия: учебник / Л.Н. Блинов, М.С. Гутенев, И.Л. Перфилова, И.А. Соколов. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1289-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210977> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Егоров, В.В. Общая химия: учебник для вузов / В.В. Егоров. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-6936-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153684> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Семчиков, Ю.Д. Введение в химию полимеров: учебное пособие / Ю.Д. Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1325-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210971> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **5.2. Электронные образовательные ресурсы:**

Не требуются для реализации дисциплины.

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Электронно-библиотечная система Лань. — <https://e.lanbook.com/>

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.
- Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.
- Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора  
школы  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Ганопольский Р.М.

**История великих научных открытий**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлениям подготовки  
03.03.02, Физика  
16.03.01 Техническая физика  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): УК-1

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### История великих научных открытий

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Получить представление:** об основных периодах в развитии физики, формировании Стандартной модели и Теории относительности; о великих экспериментах, открытиях, сыгравших революционную роль в развитии науки; о роли ученого и коллектива ученых в научных исследованиях; о методах научного познания природы и современной физической картине мира; о проблемах современной физики; о гипотезах, которые в будущем могут стать фундаментальными теориями.

**Получить навыки:** опыта поиска информации по заданной теме, устного доклада, анализа чужой гипотезы, аргументированного доказательства своей гипотезы.

**Знать:** историю развития физики, современные теории физики.

**Уметь:** понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; использовать физические принципы при анализе и решении проблем.

**Ожидаемые результаты:** развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей на основе опыта самостоятельного приобретения новых знаний, анализа и оценки новой информации; сознательное самоопределение относительно профиля дальнейшей профессиональной деятельности.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			5
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		80	80

Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Дифференцированный зачет
---	--	--------------------------

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 5 семестре</b>	32	32	0	64
	История великих научных открытий	32	32	0	64
1	Вводная лекция	2	0	0	2
2	Как сформировалась Стандартная модель 1	2	0	0	2
3	Как сформировалась Стандартная модель 2	2	0	0	2
4	Пресс-конференция	0	2	0	2
5	Как сформировалась Стандартная модель 3	2	0	0	2
6	Пресс-конференция	0	2	0	2
7	Как сформировалась Современная Космология 1	2	0	0	2
8	Пресс-конференция	0	2	0	2
9	Как сформировалась Современная Космология 2	2	0	0	2
10	Защита проекта перед Нобелевским комитетом	0	2	0	2
11	Периодизация развития физики.	2	0	0	2
12	Защита проекта перед Нобелевским комитетом	0	2	0	2
13	Элементы физических знаний в античную эпоху, в средние века.	2	0	0	2
14	Защита проекта перед Нобелевским комитетом	0	2	0	2
15	Возникновение экспериментальной науки.	2	0	0	2
16	Дискуссия сторонников двух противоположных гипотез	0	2	0	2

17	Консультация	0	0	0	0
18	Развитие механики. Галилей и Ньютон, завершение классической механики.	2	0	0	2
19	Дискуссия сторонников двух противоположных гипотез	0	2	0	2
20	Консультация	0	0	0	0
21	Развитие механики сплошных сред. Современные проблемы механики.	2	0	0	2
22	Дискуссия сторонников двух противоположных гипотез	0	2	0	2
23	Консультация	0	0	0	0
24	Развитие оптики. Геометрическая и волновая оптика. Современные проблемы оптики.	2	0	0	2
25	Мозговой штурм	0	2	0	2
26	Консультация	0	0	0	0
27	Развитие учения о теплоте. Термодинамика и молекулярная физика 19-го века. Современные проблемы теплофизики.	2	0	0	2
28	Мозговой штурм	0	2	0	2
29	Консультация	0	0	0	0
30	Развитие физики электромагнитных явлений. Становление классических представлений об электромагнитном поле.	2	0	0	2
31	Мозговой штурм	0	2	0	2
32	Консультация	0	0	0	0
33	Проблемы современной науки	2	0	0	2
34	Доклад по истории открытия	0	2	0	2
35	Консультация	0	0	0	0
36	На пороге новых открытий	2	0	0	2
37	Доклад по истории открытия	0	2	0	2
38	Доклад по истории открытия	0	2	0	2
39	Семинар для сдачи долгов	0	2	0	2
40	Консультация	0	0	0	0
41	Зачет по дисциплине	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	32	0	64

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме: дифференцированный зачёт.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;

– от 91 до 100 баллов – «отлично».

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1 Литература:**

1. Розенбергер, Фердинанд. История физики [Электронный ресурс] = Die geschichte der physik in grundzügen / Ф. Розенбергер ; перевод с немецкого под ред. И. Сеченова, вновь проверенный и переработанный В. С. Гохманом. Москва ; Ленинград, 1936-1937 : Объединенное Научно-Техническое Издательство НКТП СССР. Главная редакция общетехнической литературы. . Ч. 1. История физики в древности и в средние века [Электронный ресурс]. 2-е изд. 1937 (Ленинград : 2-я типогр. ОНТИ им. Евг. Соколовой) . 125, [3] ; 22 см. URL: [https://library.utmn.ru/dl/Rare\\_book/Rozenberger1.pdf](https://library.utmn.ru/dl/Rare_book/Rozenberger1.pdf). (дата обращения: 20.05.2024)

2. Розенбергер, Фердинанд. История физики [Электронный ресурс] = Die geschichte der physik in grundzügen / Ф. Розенбергер ; перевод с немецкого под ред. И. Сеченова, вновь проверенный и переработанный В. С. Гохманом. Москва ; Ленинград, 1936-1937 : Объединенное Научно-Техническое Издательство НКТП СССР. Главная редакция общетехнической литературы. . Ч. 2. История физики в новое время [Электронный ресурс]. 2-е изд. 1937 (Ленинград : 2-я тип. ОНТИ им. Евг. Соколовой) . 310, [2] с. : черт. ; 22 см. URL: [https://library.utmn.ru/dl/Rare\\_book/Rozenberger2.pdf](https://library.utmn.ru/dl/Rare_book/Rozenberger2.pdf). (дата обращения: 20.05.2024).

3. Абрамов, Я. В. Майкл Фарадей. Его жизнь и научная деятельность / Я. В. Абрамов. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 110 с. — ISBN 978-5-507-43242-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93968> (дата обращения: 20.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Гусейханов, М. К. История и методология физики / М. К. Гусейханов, Т. А. Гуйдалаева. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 312 с. — ISBN 978-5-507-47917-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/356111> (дата обращения: 20.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **5.2 Электронные образовательные ресурсы:**

- 1.eLIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва) <http://elibrary.ru/>
- 2.Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/window/>
- 3.Федеральный портал «Российское образование»: <http://www.edu.ru/>

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Не предусмотрено использование в данной дисциплине.

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора школы  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Геннадиник В.Б.

**Квантовая теория**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика  
Физика  
форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): *ОПК-1*

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Квантовая теория

В результате освоения дисциплины "Квантовая теория" обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия квантовой теории;
- основные законы квантовой механики, эволюцию квантовых состояний с течением времени;
- связь квантовой теории с классической механикой;
- элементарную теорию представлений;
- основы квазирелятивистской теории движения частицы во внешнем поле;
- квантовую теорию систем тождественных частиц.

Уметь:

- применять основные понятия и законы теории при решении задач;
- исследовать полученные результаты на приближенных моделях;
- применять методы теории возмущений;
- применять квазиклассический метод решения задач квантовой механики;
- применять вариационный метод при решении задач.

Владеть:

- навыками работы в рамках изучаемых методов;
- математическим аппаратом квантовой теории.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		80	80
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 6 семестре</b>	32	32	0	64
	Квантовая теория	32	32	0	64
1	Понятия квантовой теории	2	0	0	2
2	Линейные операторы 1	0	2	0	2
3	Консультация 1	0	0	0	0
4	Изменение квантовых состояний с течением времени	2	0	0	2
5	Волновая функция	0	2	0	2
6	Консультация 2	0	0	0	0
7	Стационарное уравнение Шредингера	2	0	0	2
8	Стационарное уравнение Шредингера	0	2	0	2
9	Консультация 3	0	0	0	0
10	Элементы теории представлений	2	0	0	2
11	Стационарное уравнение Шредингера 2	0	2	0	2
12	Консультация 4	0	0	0	0
13	Теория моментов 1	2	0	0	2
14	Стационарное уравнение Шредингера 3	0	2	0	2
15	Консультация 5	0	0	0	0
16	Теория моментов 2	2	0	0	2
17	Теория моментов	0	2	0	2
18	Консультация 6	0	0	0	0
19	Движение частицы в центральном поле	2	0	0	2
20	Контрольная работа	0	2	0	2
21	Консультация 7	0	0	0	0
22	Приближенные методы квантовой теории 1	2	0	0	2
23	Движение частицы в центральном поле 1	0	2	0	2
24	Консультация 8	0	0	0	0
25	Приближенные методы квантовой теории 1	2	0	0	2

26	Движение частицы в центральном поле 1	0	2	0	2
27	Консультация 9	0	0	0	0
28	Приближенные методы квантовой теории 2	2	0	0	2
29	Движение частицы в центральном поле 2	0	2	0	2
30	Консультация 10	0	0	0	0
31	Основы релятивистской теории 1	2	0	0	2
32	Квазиклассическое приближение	0	2	0	2
33	Консультация 11	0	0	0	0
34	Основы релятивистской теории 2	2	0	0	2
35	Теория возмущений 1	0	2	0	2
36	Консультация 12	0	0	0	0
37	Основы релятивистской теории 3	2	0	0	2
38	Теория возмущений 2	0	2	0	2
39	Консультация 13	0	0	0	0
40	Квантовая теория тождественных частиц 1	2	0	0	2
41	Уравнение Дирака 1	0	2	0	2
42	Консультация 14	0	0	0	0
43	Квантовая теория тождественных частиц 2	2	0	0	2
44	Уравнение Дирака 2	0	2	0	2
45	Консультация 15	0	0	0	0
46	Вторичное квантование	2	0	0	2
47	Тождественные частицы	0	2	0	2
48	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
49	Аттестация 1	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	32	0	64

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме экзамен.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1 Литература:

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 т. Том 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под. ред. Л. П. Питаевского. - 6-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 800 с. - ISBN 978-5-9221-0530-

9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1223529> (дата обращения: 24.05.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Львовский, А. Л. Отличная квантовая механика : учебное пособие : в 2 частях. Часть 1 / Александр Львовский ; пер. с англ. - Москва : Альпина нон-фикшн, 2019. - 422 с. - ISBN 978-5-91671-952-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1221824> (дата обращения: 17.05.2024). – Режим доступа: по подписке.

3. Балашов, В. В. Курс квантовой механики / В. В. Балашов, В. К. Долинов. — 2-е изд. — Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 336 с. — ISBN 978-5-4344-0603-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91940.html> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

4. Толмачев, В. В. Основы квантовой механики : учебное пособие / В. В. Толмачев, А. А. Федотов, С. В. Федотова. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 240 с. — ISBN 978-5-4344-0754-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91974.html> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Ведринский, Р. В. Квантовая механика : учебник / Р. В. Ведринский. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2009. — 384 с. — ISBN 978-5-9275-0706-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/46976.html> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Аринштейн, Э. А. Элементы теоретической физики : учебное пособие / Э. А. Аринштейн. — Тюмень : ТюмГУ, 2011. — 164 с. — ISBN 978-5-400-00524-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109687> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **5.2 Электронные образовательные ресурсы:**

1. Калькулятор Интегралов – <https://www.integral-calculator.ru/>.
2. Калькулятор Производных – <https://www.derivative-calculator.net/>.
3. Построение графиков функций онлайн – <http://www.yotx.ru/>.

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

*Не используются*

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска

аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора школы  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Вершинин В.Е.

**Линейные и нелинейные уравнения физики**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика  
Физика  
форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): ОПК-1

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Линейные и нелинейные уравнения физики

Данная дисциплина способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ФГОС по направлению подготовки ВО 030302 – Физика:  
ОПК-1: способность применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности

Результатом изучения дисциплины являются:

Знания

- Классификации уравнений в частных производных
- Методов решения основных классических уравнений математической физики,
- Теории специальных функций

Умения

- Записывать начальные и граничные условия для краевых задач при описании различных физических процессов

- Упрощать уравнения с помощью замены переменной

- Решать краевые задачи и задачи Коши для линейных уравнений с частными производными первого и второго порядка с использованием соответствующего условиям метода

Навыки

- Методов построения математических моделей
- Методов бегущих волн для решения задач Коши для уравнений гиперболического типа
- Методов разделения переменных для решения краевых задач
- Методов функций Грина (источника) для решения краевых задач и задач Коши
- Методов интегральных преобразований для решения краевых задач и задач Коши
- Решения краевых задач для уравнений с частными производными,

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			5
Общая трудоемкость	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0

<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>	80	80
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Дифференцированный зачет

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 5 семестре</b>	32	32	0	64
	Линейные и нелинейные уравнения физики	32	32	0	64
1	Физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производныхе занятие 1	2	0	0	2
2	Физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производных	0	2	0	2
3	Консультация	0	0	0	0
4	Классификация УЧП. Приведение УЧП второго порядка к каноническому виду	2	0	0	2
5	Приведение УЧП второго порядка к каноническому виду	0	2	0	2
6	Консультация	0	0	0	0
7	Методы решения задач для УЧП первого порядка.	2	0	0	2
8	Методы решения задач для УЧП первого порядка.	0	2	0	2
9	Консультация	0	0	0	0
10	Метод бегущих волн при решении задач гиперболического типа.	2	0	0	2
11	Метод бегущих волн при решении задач гиперболического типа.	0	2	0	2
12	Консультация	0	0	0	0
13	Решение полуограниченных краевых задач гиперболического типа	2	0	0	2

14	Решение полуограниченных краевых задач гиперболического типа	0	2	0	2
15	Консультация	0	0	0	0
16	Метод разделения переменных при решении ограниченных краевых задач гиперболического типа	2	0	0	2
17	Метод разделения переменных при решении ограниченных краевых задач гиперболического типа	0	2	0	2
18	Консультация	0	0	0	0
19	Уравнения параболического типа . Принцип максимума.	2	0	0	2
20	Краевые задачи для уравнений параболического типа .Метод разделения переменных	0	2	0	2
21	Консультация	0	0	0	0
22	Неоднородные краевые задачи для уравнений параболического типа	2	0	0	2
23	Неоднородные краевые задачи для уравнений параболического типа	0	2	0	2
24	Консультация	0	0	0	0
25	Задача Коши для уравнений параболического типа	2	0	0	2
26	Задача Коши для уравнений параболического типа	0	2	0	2
27	Консультация	0	0	0	0
28	Фундаментальные решения уравнений эллиптического типа	2	0	0	2
29	Фундаментальные решения уравнений эллиптического типа	0	2	0	2
30	Консультация	0	0	0	0
31	Интегральное представление гармонических функций. Функция источника для краевых задач эллиптического типа	2	0	0	2
32	Интегральное представление гармонических функций. Функция источника для краевых задач эллиптического типа	0	2	0	2
33	Консультация	0	0	0	0
34	Применение специальных функций для решения краевых задач УЧП	2	0	0	2
35	Применение специальных функций для решения краевых задач УЧП	0	2	0	2
36	Консультация	0	0	0	0
37	Методы интегральных преобразований	2	0	0	2
38	Методы интегральных преобразований	0	2	0	2
39	Консультация	0	0	0	0
40	Методы интегральных преобразований	2	0	0	2
41	Методы интегральных преобразований	0	2	0	2
42	Консультация	0	0	0	0

43	Методы решений нелинейных УЧП 1 порядка	2	0	0	2
44	Методы решений нелинейных УЧП 1 порядка	0	2	0	2
45	Консультация	0	0	0	0
46	Нелинейные УЧП 2 порядка и выше	2	0	0	2
47	Нелинейные УЧП 2 порядка	0	2	0	2
48	Консультация	0	0	0	0
49	Зачёт	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	32	0	64

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированный зачёт.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1 Литература:

1. Лесин, В. В. Уравнения математической физики : учебное пособие / В. В. Лесин. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. - 240 с. - ISBN 978-5-906818-61-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/961832> (дата обращения: 17.05.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - 2-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-0310-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/169279> (дата обращения: 17.05.2024). – Режим доступа: по подписке.

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

[http://www.tnlib.ru/jirbis/index.php?option=com\\_bookmarks&Itemid=6119&task=view&id=1449](http://www.tnlib.ru/jirbis/index.php?option=com_bookmarks&Itemid=6119&task=view&id=1449)

<http://link.springer.com>

#### 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Не используются в данной дисциплине.

#### 7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

#### 8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора школы  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Дружинина О.М.

**Методика преподавания физики**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика 16.03.01 Техническая  
Физика  
Для всех профилей подготовки  
форма обучения очная

## **1. Планируемые результаты освоения дисциплины**

**1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): УК-3**

**1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:**

### **Методика преподавания физики**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями:

УК-3

- **СПОСОБНОСТЬ ОСУЩЕСТВЛЯТЬ СОЦИАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И РЕАЛИЗОВЫВАТЬ СВОЮ РОЛЬ В КОМАНДЕ**

Знать:

- теоретические основы организации работы в коллективе, теории управления, формирования лидерских качеств, роль и функции лидера в коллективе;
- основы планирования педагогической деятельности;
- теоретические основы организации педагогической деятельности;
- методики анализа и оценки результативности педагогической деятельности;

Уметь:

- работать в коллективе, в малых группах, видеть цели и задачи педагогической деятельности, планировать пути их достижения, слышать и быть услышанным, формировать и развивать такие способности как: коммуникативность, динамизм, умение управлять собой и взаимодействовать, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия;
- выстраивать учебный процесс для формирования и развития базовых, углубленных, межпредметных знаний, умений и навыков, базовых, профильных, универсальных учебных компетенций обучающихся;

Владеть:

- способностью ориентироваться в социокультурной среде коллектива, в котором работаешь или организуешь деятельность, понимать различия между работой в большом коллективе, малой группе, планировать деятельность с учётом внутренней и внешней дифференциации, сочетать лидерские умения и навыки и исполнительские, брать ответственность за результаты педагогической деятельности на себя;
- способностью логически, последовательно излагать учебный материал, выстраивать педагогическую деятельность с учётом профиля класса, выстраивать педагогическую деятельность на уровне интеграции естественнонаучных дисциплин; разрабатывать планы занятий, которые должны соответствовать школьному учебному плану и основываться на его стратегии; обеспечивать последовательность, поступательность материала а также междисциплинарную связь своего предмета с другими; устанавливать требования, соответствующие уровню знаний учеников; излагать содержание нового материала ясно, логично, опираясь на опыт и знания учащихся; способствовать развитию речи и коммуникативных способностей учащихся; демонстрировать способность отбирать и использовать соответствующие учебные ресурсы, включая информационную технологию; ориентироваться в имеющейся учебно-методической литературе и использовать ее для построения собственного изложения соответствующего раздела; объяснять приложения теории к отдельным задачам; анализировать программы, учебники, методическую литературу; организовывать учебную деятельность учащихся, управлять ею и оценивать ее результаты; применять методы диагностики знаний учащихся для выявления

сформированности их умений, навыков, а также затруднений в процессе обучения; использовать сервисные программы, пакеты прикладных программ и инструментальные средства ЭВМ для подготовки методических материалов, владеть методикой построения компьютерных уроков по физике.

Студент должен уметь работать с аудиторией, а именно: решать, когда необходима работа в парах, группах, всей аудиторией или индивидуально; создавать и поддерживать благоприятную учебную среду, способствующую достижению целей обучения; разрабатывать и использовать систему поощрения и санкций, чтобы поддерживать эффективность обучения; развивать интерес учащихся и мотивацию обучения; формировать и поддерживать обратную связь; осуществлять различные формы контроля, вести учет успехов учащихся, вносить коррективы в их деятельность.

Студент должен иметь представление о: связях школьных разделов физики с соответствующими вузовскими дисциплинами; методических аспектах физики в целом, отдельных тем и понятий; методах и приемах составления задач, упражнений, тестов по различным темам; нерешенных проблемах и перспективах направления и о трудностях в изложении предмета; областях и способах применения ЭВМ; принципах построения обучающих программ высокой сложности, работающих в диалоговом режиме; различных типах программного обеспечения; различных информационных средах.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			5
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		80	80
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)	Итого аудиторных

		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	ак. часов по теме
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 5 семестре</b>	32	32	0	64
	Методика преподавания физики	32	32	0	64
1	Введение в дисциплину.	2	0	0	2
2	Методы исследования, применяемые в методике преподавания физики.	2	0	0	2
3	Методология педагогического исследования. Документы, регламентирующие учебный процесс в средних общеобразовательных	0	2	0	2
4	Формирование у учащихся мотивов учения и познавательных интересов. Варианты систем физического образования. Пропедевтика физических знаний в курсе естествознания. Планирование работы учителем.	0	2	0	2
5	Консультация	0	0	0	0
6	Задачи и содержание школьного курса физики.	2	0	0	2
7	Современные теории обучения и методы обучения физики в средней школе.	2	0	0	2
8	Формирование научного мировоззрения. Экологическое образование учащихся в процессе обучения физике.	0	2	0	2
9	Обобщение и систематизация знаний учащихся по физике. Развитие мышления учащихся на уроках физики.	0	2	0	2
10	Консультация	0	0	0	0
11	Средства наглядности в процессе обучения физике.	2	0	0	2
12	Формы организации учебных занятий по физике.	2	0	0	2
13	Дидактическая систематизация методов обучения. Особенности проверки знаний и умений учащихся по физике в основной и полной средней школе.	0	2	0	2

14	Физическая картина мира как предмет изучения в школьном курсе физики. Принципы отбора содержания курса физики и его структурирование.	0	2	0	2
15	Консультация	0	0	0	0
16	Нравственное воспитание и умственное развитие учащихся в процессе обучения физике.	2	0	0	2
17	Организация самостоятельной работы учащихся в процессе обучения физике	2	0	0	2
18	Связь содержания курса физики с содержанием других учебных предметов. Обучение учащихся решению физических задач. Формирование у учащихся обобщенных умений.	0	2	0	2
19	Современный урок физики. Структура урока физики как целостная система. Виды организованных форм обучения физике. Факультативы по физике. Фронтальные лаб. работы. Погрешности измерений, их оценка.	0	2	0	2
20	Консультация	0	0	0	0
21	Методика формирования обобщенных учебных умений	2	0	0	2
22	Эксперимент в процессе преподавания физики.	2	0	0	2
23	Деятельностный подход в обучении физике. Школьный физический кабинет и его оборудование. Современные требования.	0	2	0	2
24	Содержание курса физики 7 класс	0	2	0	2
25	Консультация	0	0	0	0
26	Связь курса физики с другими учебными предметами	2	0	0	2
27	Методика использования компьютеров в процессе изучения физики.	2	0	0	2
28	Содержание курса физики 8 класс	0	2	0	2
29	Содержание курса физики 9 класс	0	2	0	2
30	Консультация	0	0	0	0
31	Политехническое обучение и профориентация учащихся в процессе обучения физике.	2	0	0	2
32	Систематизация и обобщение знаний учащихся.	2	0	0	2
33	Содержание курса физики 9 класс	0	2	0	2
34	Содержание курса физики 10 класс	0	2	0	2
35	Консультация	0	0	0	0
36	Психолого-дидактические основы формирования физических понятий.	2	0	0	2

37	Методика решения задач по физике.	2	0	0	2
38	Содержание курса физики 11 класс	0	2	0	2
39	Методика подготовки к ЕГЭ	0	2	0	2
40	Консультация	0	0	0	0
41	Зачет	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	32	0	64

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированный зачёт.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1 Литература:

1. Абушкин, Х. Х. Методика проблемного обучения физике : учебное пособие для вузов / Х. Х. Абушкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 178 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09588-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492832> (дата обращения: 16.05.2024).
2. Ерофеева Г. В., Крючков Ю. Ю., Склярова Е. А., Чернов И. П. Практические занятия по общему курсу физики : учебник для вузов / Г. В. Ерофеева, Ю. Ю. Крючков, Е. А. Склярова, И. П. Чернов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 492 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09399-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490125> (дата обращения: 16.05.2024).
3. Сауров, Ю. А. Теория и методика обучения физике : учебное пособие для вузов / Ю. А. Сауров, М. П. Уварова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 263 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13888-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496738> (дата обращения: 16.05.2024).
4. Трофимова, Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488639> (дата обращения: 16.05.2024)

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

1. Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета — Режим доступа: <http://lib.mexmat.ru>
2. ELIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва) — Режим доступа <http://elibrary.ru/>

#### 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Национальная электронная библиотека. URL: <https://rusneb.ru/>

**7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

**8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИК

Никулин С.Г.

**Метрология, стандартизация и сертификация**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.03 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## **1. Планируемые результаты освоения дисциплины**

**1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:**  
03.03.02 Физика: ПК-1, ПК-2; 16.03.01 Техническая физика: ОПК-4.

**1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:**

### **Знания:**

- основных понятий, целей и задач метрологии, стандартизации, сертификации;
- законодательных и нормативных правовых актов, методических материалов по стандартизации, сертификации, метрологии и управлению качеством;
- системы государственного надзора и контроля, межведомственного и ведомственного контроля за качеством продукции, стандартами, техническими регламентами и обеспечение единства измерений;
- порядка разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации;
- организации и технической базы метрологического обеспечения предприятия, правил проведения метрологической экспертизы, методов и средств поверки (калибровки) средств измерений, методик выполнения измерений, методик поверки;
- видов, систем и порядка проведения сертификации продукции (СИ) в целях утверждения типа, аккредитации на право поверки или испытаний;
- систем качества, порядка их взаимодействия с метрологической службой;
- схем методов контроля продукции на основе комплекса стандартов отрасли.

### **Умения:**

- правильно выбирать физические величины при решении практических задач;
- определять погрешности результатов измерений;
- творчески применять знания по физико-техническим измерениям в процессе обучения и работы;
- применять нормативно-техническую документацию по сертификации, стандартизации в образовательной и профессиональной деятельности.

### **Навыки:**

- решения конкретных метрологических задач из разных научно-производственных областей, помогающих в дальнейшем решать инженерно-производственные и научные задачи;
- работы с основными техническими средствами измерения.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)	
		03.03.02 Физика: 6 семестр	16.03.01 Техническая физика: 4 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>4</b>	<b>4</b>
	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции	32	32	32
Практические занятия	32	32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации		Дифференцированный зачет	

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Введение в метрологию, стандартизацию и сертификацию	2	0	0	2
2	Метрологическое обеспечение производства	6	0	0	6
3	Линейно-угловые измерения	0	4	0	4
4	Расходомерия газа	2	4	0	6

5	Расходомерия жидкости	2	4	0	6
6	Работа со средствами измерений влагосодержания, температуры, уровня	2	4	0	6
7	Погрешность измерений	4	0	0	4
8	Работа со средствами измерений давления, перепада давления, плотности	2	4	0	6
9	Расчет и подбор средств измерений узла учета газа	2	4	0	6
10	Стандартизация	2	0	0	2
11	Расчет и подбор средств измерений узла учета нефти	2	4	0	6
12	Сертификация	2	0	0	2
13	Расчет и подбор средств измерений в резервуаре	2	4	0	6
14	Качество продукции	2	0	0	2
	<b>Итого (ак.часов)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>64</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Метрология: учебник / О.Б. Бавыкин, О.Ф. Вячеславова, Д.Д. Грибанов [и др.]; под общ. ред. С.А. Зайцева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2024. — 522 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook\_5be96d68d333e2.71218396. — ISBN 978-5-00091-790-9. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/2058775> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.
2. Эрастов, В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / В.Е. Эрастов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2023. — 196 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/23696. — ISBN 978-5-16-012324-0. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1983263> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.
3. Дехтярь, Г.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / Г.М. Дехтярь. — Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2021. — 154 с. — ISBN 978-5-905554-44-5. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1584617> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.
4. Колчков, В.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / В.И. Колчков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2024. — 432 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-00091-638-4. — Текст: электронный. — URL:

<https://znanium.ru/catalog/product/987721> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.

## **5.2. Электронные образовательные ресурсы:**

Не требуются для реализации дисциплины.

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

- База данных IPR Books. — <https://www.iprbookshop.ru/>
- Электронно-библиотечная система “ЗНАНИУМ”. — <https://lib.utmn.ru/tpost/mlxo8l6vg1-znaniumcom>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. — <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.
- Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИКИ

Шабиев Ф.К., Пахаруков Ю.В.

**Моделирование природоподобных микро- и наносистем**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

### 1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:

- для 03.03.02 Физика: ПК-1, ПК-2.
- для 16.03.01 Техническая физика: ПК-1, ПК-2.

### 1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

#### Знания:

- основных методов моделирования микро- и наноструктур;
- современной приборной базы для исследования микро- и наноструктур, в том числе сложного аналитического оборудования.

#### Умения:

- использовать специализированные знания в области физики микро- и наноструктур, атомной и молекулярной физики;
- проводить научные исследования микро- и наноструктур с помощью современной приборной базы и программного обеспечения.

#### Навыки:

- моделирования структуры и свойств природоподобных микро- и наносистем;
- выбора и использования программных пакетов для моделирования микро- и наносистем;
- анализа квантовых эффектов в природоподобных наноразмерных структурах;
- моделирования тепломассопереноса в твёрдых и жидких природовдохновлённых наноматериалах.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			8 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>4</b>	<b>4</b>
	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		32	32
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1. Моделирование структуры и свойств природоподобных наносистем</b>					
<b>Лекции</b>					
1	Природоподобные микро- и наносистемы	2	0	0	2
2	Квантовые эффекты в природоподобных микро- и наносистемах	2	0	0	2
4	Методы молекулярно-механического моделирования природоподобных микро- и наносистем	2	0	0	2
5	Методы моделирования природоподобных микро- и наносистем	2	0	0	2
7	Периодические граничные условия в микро- и наноструктурах	2	0	0	2
8	Первопринципные методы моделирования природоподобных микро- и наносистем	2	0	0	2
10	Методы функционала плотности	2	0	0	2
11	Обзор программных пакетов для моделирования природоподобных микро- и наносистем	2	0	0	2
<b>Лабораторные занятия</b>					
3	Лабораторная работа 1. Методы молекулярно-механического моделирования природоподобных микро- и наносистем	0	0	4	4
6	Лабораторная работа 2. Полуэмпирические методы моделирования природоподобных микро- и наносистем	0	0	4	4
9	Лабораторная работа 3. Первопринципные методы моделирования природоподобных микро- и наносистем	0	0	4	4
12	Лабораторная работа 4. Методы функционала плотности	0	0	4	4
15	Лабораторная работа 5. Обзор программных пакетов для моделирования природоподобных микро- и наносистем	0	0	2	2
<b>Итого Модуль 1 (ак.часов)</b>		<b>16</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>34</b>

<b>Модуль 2. Моделирование тепломассопереноса в природоподобных наноструктурах</b>					
<b>Лекции</b>					
13	Моделирование природоподобных поровых микро- и наноструктур	2	0	0	2
14	Фильтрация многофазных и однофазных сред в масштабе зерна – аналога природного фильтра	2	0	0	2
16	Теплопроводность и теплосопротивление в природоподобных наноструктурах	2	0	0	2
17	Тепломассообмен в природоподобных микро- и наноустройствах	2	0	0	2
19	Термогидродинамика на наномасштабах	2	0	0	2
20	Теплоперенос в наножидкостях	2	0	0	2
22	Смачиваемость наножидкостей	2	0	0	2
23	Течение флюидов в пристеночной области	2	0	0	2
<b>Лабораторные занятия</b>					
18	Лабораторная работа 6. Экспериментальные методы исследования поровых структур и параметров тепломассопереноса	0	0	4	4
21	Лабораторная работа 7. Фильтрация многофазных и однофазных сред в масштабе зерна	0	0	4	4
24	Лабораторная работа 8. Относительные фазовые проницаемости при многофазной фильтрации	0	0	4	4
25	Лабораторная работа 9. Фильтрация смеси «нефть – водный раствор ПАВ»	0	0	2	2
<b>Итого Модуль 2 (ак.часов)</b>		<b>16</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>30</b>
<b>Итого (ак.часов)</b>		<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>64</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Тепломассоперенос в нефтегазовых и строительных технологиях: учебное пособие / А.Б. Шабаров, А.А. Кислицын, Б.В. Григорьев [и др.]; под ред. А.Б. Шабарова, А.А. Кислицына.. — Тюмень: ТюмГУ, 2014. — 332 с. — ISBN 978-5-400-00979-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL:

- <https://e.lanbook.com/book/109978> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Шабаров, А.Б. Гидрогазодинамика: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Теплофизика" направления подготовки "Техническая физика" / А.Б. Шабаров; рец.: А.А. Кислицын, В.Г. Свиридов. — 2-е изд., перераб. — Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2013. — Доступ по паролю из сети Интернет (чтение). — URL: [https://library.utmn.ru/dl/PPS/Shabarov\\_228\\_Gidrogazodinamika\\_UP\\_2013.pdf](https://library.utmn.ru/dl/PPS/Shabarov_228_Gidrogazodinamika_UP_2013.pdf) (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
  3. Цирельман, Н.М. Теория и прикладные задачи тепломассопереноса: учебное пособие / Н.М. Цирельман. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 504 с. — ISBN 978-5-8114-3621-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206651> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей..
  4. Янбикова, Ю.Ф. Экспериментальные методы исследований. Тепломассоперенос: учебно-методическое пособие / Ю.Ф. Янбикова, Б.В. Григорьев. — Тюмень: ТюмГУ, 2017. — 108 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110057> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

—

## 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. — <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Электронно-библиотечная система Лань. — <https://e.lanbook.com/>
- Springer. — <https://rd.springer.com/>

## 7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## 8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.
- Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, специализированное оборудование для проведения лабораторных работ и демонстрации проводимых исследований.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом , заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИКИ

Семихина Л.П.

Шастунова У.Ю.

Кузина О.А.

Елина Е.И.

**Молекулярная физика**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

### 1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:

- 03.03.02 Физика: ОПК-1.
- 16.03.01 Техническая физика: ОПК-1; ОПК-3.

### 1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

#### Знания:

- основных понятий, уравнений и соотношений статистической физики и термодинамики молекулярных систем.

#### Умения:

- рассчитывать изменения термодинамических параметров в процессах идеальных и реальных газов.

#### Навыки:

- решения конкретных задач по молекулярной физике,
- работы на экспериментальном оборудовании,
- обработки результатов измерений.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			3 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
	<b>ак.ч.</b>	<b>288</b>	<b>288</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>160</b>	<b>160</b>
Лекции		48	48
Практические занятия		48	48
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		64	64
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>128</b>	<b>128</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
<b>Лекции</b>					
1	Молекулярно-кинетическая теория идеального газа	2	0	0	2
2	Броуновское движение	4	0	0	2
3	Термодинамические параметры	2	0	0	2
4	Первое начало термодинамики	2	0	0	2
5	Циклические процессы и тепловые машины	2	0	0	2
6	Второе начало термодинамики	2	0	0	2
7	Энтропия	2	0	0	2
8	Третье начало термодинамики	2	0	0	2
9	Термодинамические функции	2	0	0	2
10	Основные понятия теории вероятности	2	0	0	2
11	Распределение Максвелла по компонентам скоростей и по скоростям	2	0	0	2
12	Применение термодинамических функций	2	0	0	2
13	Процессы переноса в идеальных газах	2	0	0	2
14	Уравнения диффузии и теплопроводности	2	0	0	2
15	Явления переноса в разреженных газах	2	0	0	2
16	Реальные газы	4	0	0	4
17	Фазовый переход «жидкость-газ»	2	0	0	2
18	Фазовые переходы I и II рода	2	0	0	2
19	Конденсированные состояния вещества	2	0	0	2
20	Капиллярные явления	2	0	0	2
21	Растворы и их свойства	4	0	0	4
	<b>Итого, лекции (ак.часов)</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>48</b>
<b>Практические занятия</b>					
22	Молекулярно-кинетическая теория	0	6	0	6
23	Идеальный газ. Законы газовые. Первый закон термодинамики	0	4	0	4
24	Первое начало термодинамики	0	6	0	6
25	Контрольная работа №1	0	2	0	2
26	Энтропия	0	2	0	2

27	Энтропия. Второй закон термодинамики. Циклы	0	10	0	10
28	Распределение Больцмана. Распределение Максвелла. Молекулярно-кинетическая теория	0	2	0	2
29	Контрольная работа №2	0	2	0	2
30	Физический марафон	0	2	0	2
31	Стационарное уравнение теплопроводности	0	2	0	2
32	Нестационарное уравнение теплопроводности	0	2	0	2
33	Уравнение Ван-дер-Ваальса	0	2	0	2
34	Зависимость поверхностного натяжения при равновесии сред	0	2	0	2
35	Фазовые превращения	0	2	0	2
36	Капиллярные явления	0	2	0	2
	<b>Итого, практические занятия (ак.часов)</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>48</b>
<b>Лабораторные занятия</b>					
37	Определение молярной массы и плотности воздуха	0	0	2	2
38	Определение критической температуры	0	0	4	4
39	Изучение зависимости линейного расширения твердых тел от температуры	0	0	4	4
40	Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом	0	0	4	4
41	Определение влажности воздуха	0	0	4	4
42	Определение показателя адиабаты воздуха	0	0	4	4
43	Проверка закона Шарля и Бойля-Мариотта	0	0	4	4
44	Исследование зависимости скорости потока газа от температуры	0	0	4	4
45	Изучение распределения Максвелла-Больцмана для термоэлектронов	0	0	4	4
46	Определение краевых углов смачивания	0	0	4	4
47	Определение поверхностного натяжения капельным и отрывным методом	0	0	4	4
48	Изменение энтропии	0	0	4	4
49	Измерение теплоты парообразование	0	0	4	4
50	Проверка закона Гей-Люссака	0	0	4	4
51	Исследования теплоемкости твердого тела	0	0	4	4
52	Дополнительное лабораторное занятие	0	0	6	6
	<b>Итого, лабораторные занятия (ак.часов)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
	<b>Итого (ак.часов)</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>160</b>

#### 4. Система оценивания

При текущем контроле учитывается несколько видов деятельности обучающихся:

- работа в аудитории на практических занятиях (0-5 баллов за занятие);
- работа на лекции (0-1 балл за занятие);
- решение контрольных работ (0-30 баллов за одну контрольную работу);
- выполнение лабораторных работ (0-3 баллов за одну лабораторную работу).

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточные аттестации в форме экзамена в 6 и 7 семестрах.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

– 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;

– от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;

– от 76 до 90 баллов – «хорошо»;

– от 91 до 100 баллов – «отлично». Обязательным условием сдачи дифференцированного зачета на "отлично" — это защита всех лабораторных работ и написание всех контрольных работ по дисциплине.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Литература:

1. Кикоин, А.К. Молекулярная физика: учебное пособие / А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0737-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210119> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика / И.В. Савельев. — 19-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 436 с. — ISBN 978-5-507-48093-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/341150> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Савельев, И.В. Курс общей физики: учебное пособие для вузов: в 5 томах / И.В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022 — Том 3: Молекулярная физика и термодинамика — 2022. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-9197-1. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187739> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Кузнецов, С.И. Курс физики с примерами решения задач: учебное пособие / С.И. Кузнецов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022 — Часть I: Механика. Молекулярная физика. Термодинамика — 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1587-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211460> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

Не требуются для реализации дисциплины.

## 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- eLIBRARY – научная библиотека. – <http://elibrary.ru>
- Электронно-библиотечная система Лань. — <https://e.lanbook.com/>

## 7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

**8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.
- Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.
- Учебная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа подключена к водопроводу и канализации и оснащена учебной мебелью и специализированным лабораторным оборудованием.
- Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИК

Писарев А.Д.

**Нейропроцессоры на основе обучаемых наноматериалов**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## **1. Планируемые результаты освоения дисциплины**

### **1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:**

- для 03.03.02 Физика: ПК-1, ПК-2.
- для 16.03.01 Техническая физика: ПК-1, ПК-2.

### **1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:**

#### **Знания:**

- ключевых принципов обработки информации в искусственных и биологических нейронных сетях;
- характеристик основных компонентов нейроморфной наноэлектроники;
- физических основ работы обучаемых наноматериалов;
- разновидностей современных процессорных систем;
- интерфейсов и периферийных модулей нейропроцессора;
- базовых способов конструирования, монтажа и наладки электронных устройств, содержащих компоненты нейроморфной наноэлектроники;
- типовых приёмов низкоуровневого программирования процессорных систем;
- основных особенностей разработки приборов, содержащих нейропроцессоры.

#### **Умения:**

- составлять работоспособную схему на основе компонентов нейроморфной наноэлектроники для создания техники с искусственным интеллектом;
- применять аналоговые и цифровые способы обработки информации;
- работать с контрольно-измерительными приборами, применяемыми для разработки нейроморфных микро- и наноэлектронных систем;
- проводить природовдохновлённый инжиниринг в области создания приборов для нейроморфной обработки информации;
- применять на практике интегрированные среды разработки и языки программирования микропроцессорных систем;
- выполнять базовое моделирование работы компонентов нейроморфной наноэлектроники и создавать работоспособные электрические цепи на их основе.

#### **Навыки:**

- разработки современной микроэлектронной техники, предназначенной для нейросетевой и биоморфной обработки информации;
- проектирования нейропроцессорных блоков на основе обучаемых наноматериалов;
- анализа эффективности применения нейропроцессора для решения профессиональных задач;
- выбора методов исследования электрофизических величин обучаемых наноматериалов на сложном оборудовании.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			7 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>4</b>	<b>4</b>
	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Введение в современные направления развития нейроморфной наноэлектроники	2	0	0	2
2	Нейроморфные системы и сигналы	2	0	0	2
3	Лабораторная работа 1. Моделирование электронных компонент на основе обучаемых наноматериалов	0	0	4	4
4	Базовые компоненты микро- и наноэлектроники для нейроморфных систем	2	0	0	2
5	Моделирование работы компонентов нейроморфной наноэлектроники	2	0	0	2
6	Лабораторная работа 2. SPICE-моделирование электрических цепей в биоморфных системах	0	0	4	4

7	Основные понятия и законы цифровой логики	2	0	0	2
8	Основы работы дизайнера схмотехники, конструкции и топологии изделий СБИС для нейроморфной наноэлектроники	2	0	0	2
9	Лабораторная работа 3. Базовые интегральные элементы схмотехники нейропроцессора: диод, транзистор и мемристор	0	0	4	4
10	Основные определения процессорной техники	2	0	0	2
11	Основы программирования микропроцессорной техники	2	0	0	2
12	Лабораторная работа 4. Интегральные логические вентили и транзисторные ключи для биоморфных интегральных схем	0	0	2	2
13	Лабораторная работа 5. Составление таблиц истинности и алгебраических форм логических матриц	0	0	2	2
14	Типовые модули процессора	2	0	0	2
15	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	2	0	0	2
16	Лабораторная работа 6. Интегрированная среда разработки микропроцессорной техники	0	0	2	2
17	Лабораторная работа 7. Программирование стандартных интерфейсов передачи данных	0	0	2	2
18	Методы цифровой обработки и фильтрации сигналов	2	0	0	2
19	Основы аппаратного программирования на уровне регистровых передач	2	0	0	2
20	Лабораторная работа 8. Изучение работы АЦП, ЦАП и ШИМ	0	0	2	2
21	Лабораторная работа 9. Генератор биоморфных импульсов	0	0	2	2
22	Биоморфный подход в обработке информации	2	0	0	2
23	Моделирование нейронных сетей	2	0	0	2
24	Лабораторная работа 10. Фильтрация данных в биоморфных системах	0	0	2	2
25	Лабораторная работа 11. Моделирование мемристорного интегратора	0	0	2	2
26	Биоморфный подход к аппаратному воплощению нейросетей	2	0	0	2
27	Физические основы биоморфного нейропроцессора. Самообучение в биоморфном нейропроцессоре на основе мемристорно-диодного кроссбара	2	0	0	2
28	Лабораторная работа 12. Биоморфная нейросеть	0	0	2	2
29	Лабораторная работа 13. Изучение макета биоморфного нейропроцессора	0	0	2	2
	<b>Итого (ак.часов)</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>64</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Кучумов, А.И. Электроника и схемотехника: учеб. пособие для студ., обуч. по спец. "Компьютер. безопасность" и "Комплексное обеспечение информац. безопасности автоматизир. систем" / А.И. Кучумов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Гелиос АРВ, 2004. — 336 с.
2. Каганов, В.И. Радиотехнические цепи и сигналы: компьютеризированный курс: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Радиотехника" / В. И. Каганов. — Москва: Форум. — [Б. м.]: Инфра-М, 2010. — 432 с.
3. Астайкин, А.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Том 1: учебное пособие / А.И. Астайкин, А.П. Помазков. — Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2010. — 344 с. — ISBN 978-5-9515-0142-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/18444.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Астайкин, А.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Том 2: учебное пособие / А.И. Астайкин, А.П. Помазков. — Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2010. — 360 с. — ISBN 978-5-9515-0147-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/18445.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

##### 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

Писарев, А.Д., Удовиченко, С.Ю. Биоморфный нейропроцессор на основе наноразмерного комбинированного мемристорно-диодного кроссбара / А.Д. Писарев, С.Ю. Удовиченко. — Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-94836-635-7. — URL: [https://news.utmn.ru/upload/medialibrary/aff/Kniga-v-izdatelstve-TEKHNO\\_SFERA.pdf](https://news.utmn.ru/upload/medialibrary/aff/Kniga-v-izdatelstve-TEKHNO_SFERA.pdf) (дата обращения 10.05.2024).

#### 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. — <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

#### 7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Специальная лаборатория «Нано- и микросистемной техники» (ауд. №215а, УЛК-05) и лаборатория наноматериалов и наноэлектроники в Центре природовдохновенного инжиниринга для проведения занятий лабораторного типа оснащены следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная и специализированное оборудование.

Список оборудования для проведения лабораторных занятий:

1. Универсальные стенды по микроэлектронике.
2. Осциллографы, мультиметры электрических величин.
3. Отладочные комплекты для микропроцессоров.
4. Микроэлектронная зондовая станция.
5. Образцы микросхем на основе обучаемых материалов.
6. Компьютеры с установленным социализированным учебным программным обеспечением.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИК

Креков С.А.

**Оптика**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

**1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:**  
16.03.01 Техническая физика: ОПК-1; ОПК-3; 03.03.02 Физика: ОПК-1.

**1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:**

**Знания:**

- основ геометрической оптики: законов преломления и отражения, прохождения лучей в оптических системах;
- основных явлений волновой оптики: интерференции, дифракции, поляризации, дисперсии света;
- основных явлений квантовой оптики: теплового излучения, фотоэффекта, спонтанного и вынужденного излучения;
- методов измерений и исследований, основанных на различных оптических эффектах.

**Умения:**

- применять физические понятия, законы и расчетные формулы при решении конкретных задач;
- получать расчетные формулы для различных оптических установок и систем;
- интегрировать знания оптических явлений с другими областями физики.

**Навыки:**

- использования математического аппарата при описании оптических явлений и законов;
- работы с оптическими инструментами и установками.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			5 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>8</b>	<b>8</b>
	ак.ч.	<b>288</b>	<b>288</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>160</b>	<b>160</b>
Лекции		48	48
Практические занятия		48	48
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		64	64
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>128</b>	<b>128</b>
Вид промежуточной аттестации			Экзамен

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
<b>Лекции</b>					
1	Введение в оптику	2	0	0	2
2	Электромагнитная природа света	6	0	0	6
3	Преломление и отражение света	4	0	0	4
4	Геометрическая оптика	4	0	0	4
5	Интерференция	6	0	0	6
6	Дифракция	8	0	0	8
7	Рассеяние света	2	0	0	2
8	Оптика анизотропных сред	6	0	0	6
9	Дисперсия и поглощение света	2	0	0	2
10	Тепловое излучение	2	0	0	2
11	Люминесценция и фотохимия	2	0	0	2
12	Оптические квантовые генераторы	2	0	0	2
13	Обзорная лекция	2	0	0	2
	<b>Итого, лекции (ак.часов)</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>48</b>
<b>Практические занятия</b>					
14	Фотометрические понятия и величины	0	8	0	8
15	Преломление и отражение света	0	6	0	6
16	Формулы Френеля. Закон Брюстера	0	2	0	2
17	Контрольная работа № 1	0	2	0	2
18	Геометрическая оптика	0	8	0	8
19	Интерференция света	0	6	0	6
20	Контрольная работа № 2	0	2	0	2
21	Дифракция света	0	6	0	6
22	Поляризация света	0	2	0	2
23	Тепловое излучение	0	2	0	2
24	Фотоэффект	0	2	0	2
25	Контрольная работа № 3	0	2	0	2
	<b>Итого, практические занятия (ак.часов)</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>48</b>
<b>Лабораторные занятия</b>					
26	Вводное занятие	0	0	4	4
27	Выполнение лабораторных работ	0	0	48	48

28	Отчетные занятия	0	0	12	12
	<b>Итого, лабораторные занятия (ак.часов)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
	<b>Итого (ак.часов)</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>160</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме экзамена.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Ландсберг, Г.С. Оптика: учебное пособие для вузов / Г.С. Ландсберг. — 7-е изд., стер. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 852 с. — ISBN 978-5-9221-1742-5. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1223523> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.
2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учебное пособие / Д.В. Сивухин. — 3-е изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 792 с.: ISBN 5-9221-0228-1. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/944794> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.
3. Маскевич, А.А. Оптика: учебное пособие / А.А. Маскевич. — Москва: НИЦ Инфра-М; Минск: Нов. знание, 2012. — 656 с.: ил. — (Высшее образование). ISBN 978-5-16-005678-4. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/306513> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

На усмотрение обучающихся.

#### 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Электронно-библиотечная система “ЗНАНИУМ”. — <https://lib.utmn.ru/tpost/mlxo8l6vg1-znaniumcom>

#### 7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.
- Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.
- Учебная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа подключена к водопроводу и канализации, оборудована устройствами для полного затемнения окон и оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, специализированное оборудование.
- Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИК

Дубов В.П.

**Оптические квантовые генераторы**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

### 1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:

- 03.03.02 Физика: ПК-1, ПК-2;
- 16.03.01 Техническая физика: ПК-1, ПК-2.

### 1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

#### Знания:

- базовых принципов теории взаимодействия излучения с веществом;
- основных физических принципов нелинейного взаимодействия излучения с веществом;
- основных типов лазеров и принципов их работы;
- способов накачки лазерных сред и принципов работы блоков питания современных квантовых генераторов;
- основных механизмов процессов, проходящих в квантовых системах, помещенных в резонатор;
- правил техники безопасности при работе с лазерным излучением.

#### Умения:

- практически использовать квантовые оптические устройства;
- пользоваться профессиональной терминологией;
- работать на простейших лазерных установках.

#### Навыки:

- практической работы с квантовыми генераторами различных типов;
- работы с высоковольтным оборудованием;
- работы с оптическими устройствами, спектральными приборами, измерительной техникой.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6 / 7 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>ак.ч.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		32	32
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак. час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
<b>Лекции</b>					
1	Введение. История открытия	2	0	0	2
2	Энергетические уровни. Коэффициенты Эйнштейна	2	0	0	2
3	Двухуровневые системы в резонансном поле. Накачка	4	0	0	4
4	Взаимодействие излучения с веществом. Поглощение	4	0	0	4
5	Инверсия в активной среде, усиление	4	0	0	4
6	Резонаторы	4	0	0	4
7	Режимы работы лазеров. УКИ лазеры	4	0	0	4
8	Свойства лазерного излучения	4	0	0	4
9	Наиболее распространенные лазеры	2	0	0	2
10	Применение лазеров	2	0	0	2
<b>Лабораторные занятия</b>					
11	Лабораторная работа № 1. Основы техники безопасности при работе с лазерами. Рубиновый лазер	0	0	4	4
12	Лабораторная работа № 2. Гелий-неоновый лазер	0	0	4	4
13	Лабораторная работа № 3. Молекулярный лазер на CO <sub>2</sub>	0	0	4	4
14	Лабораторная работа № 4. Неодимовый лазер	0	0	4	4
15	Лабораторная работа № 5. Оптический квантовый усилитель	0	0	4	4
16	Лабораторная работа № 6. Основные типы квантовых генераторов	0	0	4	4
17	Лабораторная работа № 7. Полупроводниковый лазер	0	0	4	4
18	Лабораторная работа № 8. Лазерное гетеродинамирование	0	0	4	4
	<b>Итого (ак. часов)</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>64</b>

#### 4. Система оценивания

В семестре предусмотрено несколько видов текущего контроля освоения дисциплины:

- письменные ответы на вопросы контрольной работы (2 контрольные работы, оцениваются в диапазоне 0 – 15 баллов каждая);
- защита лабораторной работы (0 – 10 баллов за лабораторную работу, 6 лабораторных работ в течение семестра);
- доклад с презентацией по теме (0 – 10 баллов).

Особенность выполнения студентами лабораторных работ заключается в предварительной самостоятельной теоретической подготовке по теме исследования. При подготовке от студентов потребуются умения и навыки работы с литературой и другими источниками информации. Студентам рекомендуется следующая схема подготовки к лабораторным занятиям:

- проработка конспекта лекций данной дисциплины по тематике лабораторной работы;
- чтение рекомендованной основной и дополнительной литературы по тематике лабораторной работы;
- заполнение лабораторного журнала и подготовка к допуску для выполнения работы;
- подготовка отчета по лабораторной работе.

Обязательным условием освоения дисциплины является выполнение и защита 6 лабораторных работ.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Якушенков, Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов: учебник / Ю.Г. Якушенков. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Логос, 2020. — 568 с. — ISBN 978-5-98704-533-6. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1213765> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.
2. Шандаров, С.М. Введение в квантовую и оптическую электронику: учебное пособие / С.М. Шандаров, А.И. Башкирова. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 98 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/13922.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Шангина, Л.И. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие / Л.И. Шангина. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 301 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/13939.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

Учебники по теме «Оптика» в открытом доступе, сайт EqWorld, ИПМ им. М. В. Келдыша РАН.  
— <https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/optics.htm>

## 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- База данных IPR Books — <https://www.iprbookshop.ru/>
- ЭБС “ЗНАНИУМ”. — <https://lib.utmn.ru/tpost/mlxo8l6vg1-znaniumcom>
- ЭБС Лань. — <https://e.lanbook.com/>

## 7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## 8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Учебная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа и самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная и специализированное оборудование.

Список специализированного оборудования:

- лабораторная установка № 1 (тема лабораторной работы: «Основы техники безопасности при работе с лазерами. Рубиновый лазер»): квантовый генератор на рубине, блок питания с накопителем, система охлаждения, измеритель калориметрический твердотельный ИКТ-1Н, фотоэлектронный умножитель ФЭУ-79, источник питания БЛ БНВ3-05, осциллограф универсальный запоминающий С8-13, гелий-неоновый лазер ЛГН-207, лазерные зеркала, светофильтры, экран, рейтеры, оптический рельс;
- лабораторная установка № 2 (тема лабораторной работы: «Гелий-неоновый лазер»): гелий-неоновый лазер ЛГН-207, гелий-неоновый лазер ЛГ-75, интерферометр ИТ 28-30, зрительная трубка МИР-2У4.2, линзы, светофильтры, рейтеры, оптический рельс;
- лабораторная установка № 3 (тема лабораторной работы: «Молекулярный лазер на СО<sub>2</sub>»): СО<sub>2</sub> лазер, источник питания, обтюратор, измеритель средней мощности и энергии лазерного излучения ИМО-2Н, набор мишеней;
- лабораторная установка № 4 (тема лабораторной работы: «Неодимовый лазер»): неодимовый лазер Миди-ЛИНКС 2.40, система жидкостного охлаждения, монохроматор МДР-23, фотоэлектронный умножитель ФЭУ-62, источник питания БЛ БНВ3-05, осциллограф С1-83, осциллограф универсальный запоминающий С8-13, светофильтры, образцы для наблюдения флуоресценции;
- лабораторная установка № 5 (тема лабораторной работы: «Оптический квантовый усилитель»): гелий-неоновый лазер ЛГН-118-2В, гелий-неоновый лазер ЛГН-111, фотоприемник ФД-7К, мультиметр Щ4313.1, набор светофильтров, оптическая скамья;
- лабораторная установка № 6 (тема лабораторной работы: «Основные типы квантовых генераторов»): модули и компоненты излучателей различных лазерных систем, блок поджига, блок накачки импульсных ламп;
- лабораторная установка № 7 (тема лабораторной работы: «Полупроводниковый лазер»): полупроводниковый лазер (650 нм), красный светодиод, гелий-неоновый лазер,

монохроматор МУМ, набор оптических щелей, светофильтры, призмы, фотоприемник с блоком усилителя, мультиметр, источники питания устройств;

- лабораторная установка № 8 (тема лабораторной работы: «Лазерное гетеродинирование»): гелий-неоновый лазер ЛГН-208, гелий-неоновый лазер ГН-25, гелий-неоновый лазер ЛГ-72, фотоэлектронный умножитель ФЭУ-79, источник питания БЛ БНВ3-05, селективный микровольтметр SMV 8.5, обтюратор, набор светофильтров, оптический рельс.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИК

Чистякова Н.Ф.

**Основы геологии и геофизики**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

### 1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:

- 03.03.02 Физика: УК-1.
- 16.03.01 Техническая физика: ОПК-1.

### 1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

#### Знания:

- базовой информации о фундаментальных законах природы.

#### Умения:

- использовать в профессиональной деятельности базовые общепрофессиональные знания геологии и основных законов естественнонаучных дисциплин;
- изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности.

#### Навыки:

- использования полученных фундаментальных и профессиональных знаний в области геологии и геофизики.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			5 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>4</b>	<b>4</b>
	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Основы геологии	6	16	0	22
2	Геологические процессы	2	0	0	2
3	Природные воды	2	0	0	2
4	Нефтегазоносность	2	0	0	2
5	Осадочный чехол	2	0	0	2
6	Геологические построения	2	0	0	2
7	Основы геофизики	16	16	0	32
	<b>Итого (ак.часов)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>64</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Карлович, И.А. Геология: учебное пособие для вузов / И.А. Карлович. — Москва: Академический проект, 2020. — 703 с. — ISBN 978-5-8291-3010-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/109977.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Прозорова, Г.Н. Комплексование нефтегазопоисковых методов: учебное пособие: в 2 ч. / Г.Н. Прозорова. — Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2011. — 360 с. ISBN 978-5-

- 9275-0903-4. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/550809> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.
3. Романов, Г.Г. Почвоведение с основами геологии / Г.Г. Романов, Е.Д. Лодыгин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 268 с. — ISBN 978-5-507-44795-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/243335> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  4. Курбанов, С.А. Почвоведение с основами геологии / С.А. Курбанов, Д.С. Магомедова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 288 с. — ISBN 978-5-507-45740-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/282395> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  5. Физико-математическое моделирование течений в нефтегазовых технологиях: учебное пособие / А.Б. Шабаров, С.С. Примаков, Д.Р. Гильмиев [и др.]. — Тюмень: ТюмГУ, 2014. — 216 с. — ISBN 978-5-400-00944-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109979> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  6. Тепломассоперенос в нефтегазовых и строительных технологиях: учебное пособие / А.Б. Шабаров, А.А. Кислицын, Б.В. Григорьев [и др.]; под ред. А.Б. Шабарова, А.А. Кислицына. — Тюмень: ТюмГУ, 2014. — 332 с. — ISBN 978-5-400-00979-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109978> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **5.2. Электронные образовательные ресурсы:**

Не требуются для реализации дисциплины.

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

- База данных IPR Books — <https://www.iprbookshop.ru/>
- Электронно-библиотечная система “ЗНАНИУМ” — <https://znanium.ru/>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
- ЭБС Лань. — <https://e.lanbook.com/>

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора школы  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Гильманов А.Я.,Шевелёв А.П.

**Подземная гидромеханика**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки: 03.03.02 Физика  
Физика  
форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): ПК-1, ПК-2

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Подземная гидромеханика

Дисциплина направлена на формирование следующей дополнительной профессиональной компетенции:

- Способен организовывать выполнение научно-исследовательских работ по закреплённой тематике (ПК-1).

-Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок (ПК-2).

В результате изучения курса студент должен знать:

- основы механики многофазных систем в пористой среде
- задачу однофазной и двухфазной фильтрации
- основные характеристики пористой среды

После успешного освоения курса студент будет уметь:

- решать задачи подземной гидромеханики
- определять и интерпретировать фильтрационно-емкостные свойства пласта
- использовать методы ТФКП, автомодельной переменной, характеристик для решения задач фильтрации

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6
Общая трудоемкость	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		80	80
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 6 семестре</b>	32	32	0	64
	Подземная гидромеханика	32	32	0	64
1	Основные понятия и определения подземной гидромеханики	2	0	0	2
2	Фиктивный и идеальный грунт	0	2	0	2
3	Фильтрационно-емкостные свойства горных пород	2	0	0	2
4	Определение фильтрационно-емкостных свойств горных пород	0	2	0	2
5	Консультация	0	0	0	0
6	Закон Дарси и границы его применимости	2	0	0	2
7	Закон Дарси и границы его применимости	0	2	0	2
8	Формула Форшгеймера. Степенной закон фильтрации	2	0	0	2
9	Формула Форшгеймера. Степенной закон фильтрации	0	2	0	2
10	Консультация	0	0	0	0
11	Типы течений	2	0	0	2
12	Расчёт распределения давления	0	2	0	2
13	Формула Дюпюи	2	0	0	2
14	Плоскорадиальная и радиально-сферическая фильтрация	0	2	0	2
15	Консультация	0	0	0	0
16	Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа	2	0	0	2
17	Расчёт дебита идеального газа совершенной скважины	0	2	0	2
18	Уравнения состояния жидкости	2	0	0	2
19	Функция Лейбензона	0	2	0	2
20	Консультация	0	0	0	0
21	Виды несовершенства скважин	2	0	0	2
22	Коллоквиум по пройденному материалу	0	2	0	2

23	Наклонно-направленные и горизонтальные скважины	2	0	0	2
24	Виды несовершенства скважин	0	2	0	2
25	Консультация	0	0	0	0
26	Потенциал течения	2	0	0	2
27	Потенциал течения	0	2	0	2
28	Метод суперпозиции. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений	2	0	0	2
29	Интерференция скважин	0	2	0	2
30	Консультация	0	0	0	0
31	Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости в упругой пористой среде	2	0	0	2
32	Подсчёт упругого запаса жидкости в пласте	0	2	0	2
33	Уравнение пьезопроводности, коэффициент пьезопроводности	2	0	0	2
34	Решение уравнения пьезопроводности	0	2	0	2
35	Консультация	0	0	0	0
36	Двухфазная фильтрация несмешивающихся жидкостей	2	0	0	2
37	Относительные фазовые проницаемости. Корреляции Кори	0	2	0	2
38	Задача Баклея-Левретта	2	0	0	2
39	Контрольная работа по материалу семестра	0	2	0	2
40	Консультация	0	0	0	0
41	Дифференцированный зачёт	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	32	0	64

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированный зачёт

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1 Литература:

1. Подземная гидромеханика / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Р. Д. Каневская, В. М. Максимов. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 488 с. — ISBN 978-5-4344-0605-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

- <https://www.iprbookshop.ru/91980.html> (дата обращения: 14.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Физика нефтяного и газового пласта : учебное пособие / составители М. В. Коровкин, Н. Э. Пулькина. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 80 с. — ISBN 978-5-4387-0866-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/96094.html> (дата обращения: 14.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
  3. Киселев, С. П. Механика сплошных сред : учебное пособие / С. П. Киселев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 256 с. — ISBN 978-5-7782-3340-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91245.html> (дата обращения: 14.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## **5.2 Электронные образовательные ресурсы:**

Не используются

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Springer / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: <https://rd.springer.com/>

Электронно-библиотечная система “ЗНАНИУМ” / ООО “ЗНАНИУМ”. URL: <https://lib.utmn.ru/tpost/mlxo8l6vg1-znaniumcom>

Электронно-библиотечная система Лань / ООО ЭБС «ЛАНЬ». URL: <https://e.lanbook.com/>

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО

Заместителем директора школы

Креков С.А.

РАЗРАБОТЧИК(И)

Шевелёв А.П., Гильманов А.Я.

**Практический курс гидродинамических методов исследования скважины**

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика

Физика

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): ПК-1, ПК-2

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Практический курс гидродинамических методов исследования скважины

Дисциплина направлена на формирование следующих профессиональных компетенций:

- Способен организовывать выполнение научно-исследовательских работ по закрепленной тематике (ПК-1).

-Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок (ПК-2).

В результате изучения курса студент должен знать:

- основные положения и методы интерпретации данных гидродинамического исследования скважин.

- базовые понятия, связанные с проведением исследований и анализом данных гидродинамического исследования скважин.

- основные принципы, используемые при интерпретации данных гидродинамического исследования скважин.

- методики определения характеристики пласта, скважины и призабойной зоны с помощью специализированных графиков.

- основные технологии добычи нефти и газа

После окончания курса студент должен уметь:

- интерпретировать данные гидродинамического исследования скважин с использованием программного обеспечения.

- применять основные понятия и законы, описывающие фильтрацию одного или нескольких флюидов в пористой среде

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		80	80

Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Дифференцированный зачет
---	--	--------------------------

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак. час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 6 семестре</b>	32	32	0	64
	Практический курс гидродинамических методов исследования скважины	32	32	0	64
1	Основные принципы гидродинамических исследований скважин	2	0	0	2
2	Основные принципы гидродинамических исследований скважин	0	2	0	2
3	Скин-эффект	2	0	0	2
4	Скин-эффект	0	2	0	2
5	Эффект влияния объёма ствола скважины на перераспределение забойного давления	2	0	0	2
6	Эффект влияния объёма ствола скважины на перераспределение забойного давления	0	2	0	2
7	Консультация	0	0	0	0
8	Начальный и конечный периоды влияния объёма ствола скважины	2	0	0	2
9	Начальный и конечный периоды влияния объёма ствола скважины	0	2	0	2
10	Метод типовых кривых	2	0	0	2
11	Решение уравнения пьезопроводности в безразмерных переменных	0	2	0	2
12	Консультация	0	0	0	0
13	Анализ кривых падения и восстановления давления с помощью типовых кривых	2	0	0	2

14	Анализ кривых падения и восстановления давления с помощью типовых кривых	0	2	0	2
15	Традиционные методы интерпретации гидродинамических исследований скважин для бесконечно действующего пласта	2	0	0	2
16	Метод Хорнера	0	2	0	2
17	Консультация	0	0	0	0
18	MDH метод	2	0	0	2
19	MDH метод	0	2	0	2
20	Границы пласта	2	0	0	2
21	Определение границ пласта	0	2	0	2
22	Консультация	0	0	0	0
23	Сложные коллектора	2	0	0	2
24	Сложные коллектора	0	2	0	2
25	Влияние скважины на интерпретацию гидродинамических исследований скважин	2	0	0	2
26	Влияние скважин	0	2	0	2
27	Исследование газовых скважин	2	0	0	2
28	Консультация	0	0	0	0
29	Исследование газовых скважин	0	2	0	2
30	Модифицированный изохорный метод исследования газовых скважин	2	0	0	2
31	Изохорные методы исследования газовых скважин	0	2	0	2
32	Консультация	0	0	0	0
33	Кривые восстановления уровня	2	0	0	2
34	Кривые восстановления уровня	0	2	0	2
35	Метод типовых кривых для КВУ	2	0	0	2
36	Метод типовых кривых для КВУ	0	2	0	2
37	Консультация	0	0	0	0
38	Гидропрослушивание	2	0	0	2
39	Практическая работа по гидродинамическим исследованиям скважин	0	2	0	2
40	Консультация	0	0	0	0
41	Дифференцированный зачёт	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	32	0	64

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированный зачёт.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;

- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1 Литература:**

1. Мартюшев, Д. А. Современные методы гидродинамических исследований скважин и пластов : учебное пособие / Д. А. Мартюшев, И. Н. Пономарева. — Пермь : ПНИПУ, 2019. — 160 с.
2. Ольховская, В. А. Подземная гидромеханика углеводородов : учебное пособие / В. А. Ольховская. — Самара : АСИ СамГТУ, [б. г.]. — Часть 2 : Математические 1D-модели многофазной фильтрации и процессов повышения нефтеотдачи — 2018. — 228 с.
3. Ладенко, А. А. Геофизические исследования скважин на нефтегазовых месторождениях : учебное пособие / А. А. Ладенко, О. В. Савенок. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 260 с.

### **5.2 Электронные образовательные ресурсы:**

Не используются.

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Springer / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России».

URL: <https://rd.springer.com/>

Электронно-библиотечная система «ЗНАНИУМ» / ООО «ЗНАНИУМ». URL: <https://lib.utmn.ru/tpost/mlxo8l6vg1-znaniumcom>

Электронно-библиотечная система Лань / ООО ЭБС «ЛАНЬ». URL: <https://e.lanbook.com/>

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИК

Писарев А.Д.

**Природовдохновенные материалы**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

### 1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины: для 03.03.02 Физика:

- ПК-1: способен организовывать выполнение научно-исследовательских работ по закреплённой тематике;
- ПК-2: способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок;

для 16.03.01 Техническая физика:

- ПК-1: способен применять методы проведения экспериментов в соответствующей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- ПК-2: способен применять методы аналитических исследований в соответствующей области знаний.

### 1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

#### Знания:

- специализированных разделов физики «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц» для освоения профильных физических дисциплин;
- современных алгоритмов и компьютерных пакетов программ для теоретических физических исследований природовдохновленных материалов.

#### Умения:

- использовать специализированные знания в области физики твердого тела, наноструктур, атомной и молекулярной физики;
- использовать современные алгоритмы и компьютерные пакеты для теоретических физических исследований природовдохновленных материалов.

#### Навыки:

- физико-математического анализа функциональных свойств природовдохновленных материалов;
- подбора современных компьютерных программ для моделирования физических свойств природовдохновленных материалов;
- разработки рекомендаций применения природовдохновленных материалов в приборостроении, биологии и медицине.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>4</b>	<b>4</b>
	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак. час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Введение в природовдохновленный подход в науке	4	0	0	4
2	Общий подход к разработке новых природовдохновленных технологий	0	2	0	2
3	Собственный природовдохновленный материал Функциональные виды природных растительных поверхностей	0	2	0	2
4	Природовдохновленные эффекты: растительные поверхности и физика смачивания	4	0	0	4
5	Решение задач. Расчет углов смачивания гетерогенных и шероховатых поверхностей	0	2	0	2

1	2	3	4	5	6
6	Решение задач. Расчет равновесных форм капель на сложных поверхностях. Уравнение Янга-Лапласа Анализ изображения среза пористого материала и распознавание пор с помощью компьютерных алгоритмов	0	2	0	2
7	Природовдохновленные эффекты: микроструктурированные поверхности	2	0	0	2
8	Вывод уравнений фильтрационной гидродинамики	0	2	0	2
9	Природовдохновленные эффекты: пористые природовдохновленные материалы	4	0	0	4
10	Моделирование фильтрационного течения на основании уравнения Буссинеска. Задача о распространении загрязнения в пористой среде	0	2	0	2
11	Моделирование течения в пористой среде при низком числе Re с помощью программного пакета COMSOL Multiphysics	0	2	0	2
12	Природовдохновленные эффекты: физика пористых материалов	4	0	0	4
13	Моделирование течения в нанопористой среде с учетом размерных эффектов в COMSOL Multiphysics	0	4	0	4
14	Мемристорные материалы	4	0	0	4
15	Моделирование вольт-амперной характеристики мемристорного материала	0	2	0	2
16	Решение задач. Собственный природовдохновленный материал. Преимущества подхода с использованием композитных материалов	0	2	0	2
17	Получение мемристорных материалов	2	0	0	2
18	Решение задач по физике композитных материалов. Электрическая проводимость нанокompозитов на постоянном токе	0	2	0	2
19	Природовдохновленные композитные материалы	2	0	0	2
20	Моделирование простых тепловых свойств и электрических свойств композитных материалов с использованием COMSOL Multiphysics	0	4	0	4
21	Физика природовдохновленных композитных материалов	4	0	0	4
22	Физика композитных материалов. Электрическая проводимость на переменном токе. Понятие о годографах импеданса и эквивалентных схемах	0	2	0	2
23	Физика разупорядоченных природовдохновленных композитов	2	0	0	2

1	2	3	4	5	6
24	Моделирование и анализ импеданс-спектров нанокompозита и построение эквивалентных схем. Моделирование перколяционных явлений. Алгоритмы распознавания кластера. Континуальная перколяция	0	2	0	2
	<b>Итого (ак.часов)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>64</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Лозовский, В.Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность: учебное пособие для вузов / В.Н. Лозовский, С.В. Лозовский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 332 с. — ISBN 978-5-507-47532-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/386429> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Поленов, Ю.В. Физико-химические основы нанотехнологий / Ю.В. Поленов, Е.В. Егорова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 180 с. — ISBN 978-5-507-47069-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/324392> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Бондаренко, Г.Г. Материаловедение: учебник для вузов / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко; под редакцией Г.Г. Бондаренко. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 327 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07090-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488861> (дата обращения: 10.05.2024).
4. Витязь, П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов: учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидунович. — Минск: Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — ISBN 978-985-06-1783-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20108.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
5. Склярова, Е.А. Компьютерное моделирование физических явлений: учебное пособие / Е.А. Склярова, В.М. Малютин. — Томск: Томский политехнический университет, 2012. — 152 с. — ISBN 978-5-4387-0119-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/34668.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Шепелевич, В.Г. Физика металлов и металловедение: лабораторный практикум. Учебное пособие / В.Г. Шепелевич. — Минск: Вышэйшая школа, 2012. — 166 с. — ISBN 978-985-06-2191-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20291.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

1. Азаренков, Н.А. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии. Учебное пособие / Н.А. Азаренков, В.М. Береснев, А.Д. Погребняк и др. — Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2009. — 209 с. URL: [https://ftfsite.ru/wp-content/files/azarenkov\\_n\\_a\\_beresnev\\_v\\_m\\_pogreb.pdf](https://ftfsite.ru/wp-content/files/azarenkov_n_a_beresnev_v_m_pogreb.pdf) (дата обращения: 10.05.2024).
2. Gould, H. An introduction to computer simulation methods: Applications to physical systems / H. Gould, J. Tobochnik, W. Christian W. — San Francisco: Pearson Addison Wesley, 2007. — 796 p. URL: <https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=7375> (date of the application: 10.05.2024).

## 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- База данных IPR Books. — <https://www.iprbookshop.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт. — <https://urait.ru/>
- Электронно-библиотечная система Лань. — <https://e.lanbook.com/>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. — <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

## 7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

Для проведения практических занятий требуется программное обеспечение COMSOL Multiphysics, Wolfram Mathematica и Jupyter Notebook.

## 8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Компьютерный класс для проведения занятий семинарского типа и самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, персональные компьютеры для преподавателя и студентов.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИКИ

Писарев А.Д., Удовиченко С.Ю.

**Природовдохновленный инжиниринг**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

### 1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:

- для 03.03.02 Физика: ПК-1, ПК-2.
- для 16.03.01 Техническая физика: ПК-1, ПК-2.

### 1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

#### Знания:

- специализированных разделов физики «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц» для освоения профильных физических дисциплин;
- современной приборной базы для исследования наноматериалов, в том числе сложного аналитического оборудования.

#### Умения:

- использовать специализированные знания в области физики наноструктур, атомной и молекулярной физики;
- проводить научные исследования наноматериалов с помощью современной приборной базы, в том числе сложного аналитического оборудования.

#### Навыки:

- проведения природовдохновлённого инжиниринга на основе знаний в области микрофлюидики, физики наноструктур, атомной и молекулярной физики;
- выбора наноматериалов для природовдохновлённого инжиниринга;
- подбора приборной базы, в том числе сложного аналитического оборудования для исследования устройств на основе природовдохновлённых наноматериалов;
- анализа эффективности устройств, созданных на основе природовдохновлённых наноматериалов;
- разработки рекомендаций по использованию устройств на основе природовдохновлённых наноматериалов.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			8 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>ак.ч.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		32	32
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак. час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1. Изготовление и исследование микрофлюидного чипа – аналога природного фильтра воды</b>		<b>16</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>30</b>
1.	Спектрометр ЯМР низкого разрешения MicroMR. Устройство, методы исследования	6	0	0	6
2.	Лабораторная работа 1. Применение правил интерпретации спектров ЯМР	0	0	2	2
3.	Лабораторная работа 2. Исследование ядерной магнитной релаксации в калибровочных жидкостях	0	0	4	4
4.	Изготовление микрофлюидного чипа	4	0	0	4
5.	Лабораторная работа 3. Разработка топологии микрофлюидного чипа	0	0	2	2
6.	Лабораторная работа 4. Изучение методов изготовления микрофлюидного чипа	0	0	2	2
7.	Исследование структуры микрофлюидного чипа на спектрометре ЯМР	6	0	0	6
8.	Лабораторная работа 5. ЯМР-томография	0	0	2	2
9.	Лабораторная работа 6. Изучение микро- и наноканалов методом ЯМР-томографии	0	0	2	2
<b>Модуль 2. Изготовление и исследование мемристора – аналога живого синапса</b>		<b>16</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>34</b>
10.	Методы изготовления обучаемого материала	6	0	0	6
11.	Лабораторная работа 7. Магнетронный метод осаждения обучаемого материала	0	0	2	2
12.	Лабораторная работа 8. Изготовление обучаемого материала	0	0	2	2
13.	Изготовление мемристора на основе обучаемого материала	4	0	0	4
14.	Лабораторная работа 9. Способ создания маски с помощью резиста на электронном микроскопе	0	0	2	2
15.	Лабораторная работа 10. Изготовление мемристора	0	0	4	4
16.	Исследование состава, структуры и электрических характеристик мемристора	6	0	0	6

17.	Лабораторная работа 11. Исследование состава и структуры материала. Магнетронный метод осаждения обучаемого материала	0	0	4	4
18.	Лабораторная работа 12. Исследование электрических характеристик мемристора	0	0	4	4
<b>Итого (ак.часов)</b>		<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>64</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Удовиченко, С.Ю. Пучково-плазменные технологии для создания материалов и устройств микро- и наноэлектроники: учебное пособие / С.Ю. Удовиченко. — Тюмень: ТюмГУ, 2016. — 228 с. — ISBN 978-5-400-01349-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110025> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий: монография / П.А. Витязь [и др.]. — Минск: Белорусская наука, 2011. — 283 с. — ISBN 978-985-08-1292-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/12322.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Неволин, В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике: монография / В.К. Неволин. — 2-е изд., испр. — Москва: Техносфера, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-94836-382-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73521> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

Азаренков, Н.А. Наноматериалы, нанопокртия, нанотехнологии. Учебное пособие / Н.А. Азаренков, В.М. Береснев, А.Д. Погребняк и др. — Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2009. — 209 с. — URL: [https://ftfsite.ru/wp-content/files/azarenkov\\_n\\_a\\_beresnev\\_v\\_m\\_pogreb.pdf](https://ftfsite.ru/wp-content/files/azarenkov_n_a_beresnev_v_m_pogreb.pdf) (дата обращения: 10.05.2024).

**6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

- База данных IPR Books. — <https://www.iprbookshop.ru/>
- Электронно-библиотечная система Лань. — <https://e.lanbook.com/>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. — <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

**7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

**8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Специальная лаборатория наноматериалов и наноэлектроники в Центре природовдохновенного инжиниринга для проведения занятий практического типа оснащена следующим оборудованием:

1. Спектрометр ЯМР низкого разрешения MicroMR.
2. Магнетронный модуль Нанотехнологического комплекса (НТК) «НаноФаб-100».
3. Плазмохимический модуль Нанотехнологического комплекса (НТК) «НаноФаб-100».
4. Сканирующий электронный микроскоп JSM-6510LV-EDS с рентгеновским энерго-дисперсионным спектрометром.
5. Литографическая приставка NanoMaker Full к электронному микроскопу.
6. Сканирующий электронный микроскоп TESCAN MIRA3 LMU.
7. Универсальный вакуумный сканирующий зондовый микроскоп «ИНТЕГРА-АУРА».
8. Учебно-научный комплекс «Наноэдыюкатор (НТ-МДТ)» на основе сканирующего зондового микроскопа.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора школы  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Ганопольский Р.М.

**Проектный семинар**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика  
Физика  
форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): *ОПК-2, ОПК-3*

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Проектный семинар

Формируемые компетенции

ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

ОПК-3. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

Знать:

Накопленный опыт в направлении своей деятельности;

Методы обработки, анализа и синтеза физической информации в области физических исследований.

Уметь:

Критически переосмысливать накопленный опыт.

Изменять при необходимости направление своей деятельности.

Применять

Методы обработки, анализа и синтеза физической информации в области физических исследований.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			7
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	6	6
	<b>час</b>	216	216
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		96	96
Лекции		32	32
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		64	64
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		120	120
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак. час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 7 семестре</b>	32	0	64	96
	Проектный семинар	32	0	64	96
1	Структура выпускной квалификационной работы	2	0	0	2
2	Структура выпускной квалификационной работы	0	0	2	2
3	Структура выпускной квалификационной работы	0	0	2	2
4	Консультация	0	0	0	0
5	Актуальность, цель и задачи	2	0	0	2
6	Актуальность, цель и задачи	0	0	2	2
7	Актуальность, цель и задачи	0	0	2	2
8	Консультация	0	0	0	0
9	Введение и литературный обзор	2	0	0	2
10	Введение и литературный обзор	0	0	2	2
11	Введение и литературный обзор	0	0	2	2
12	Консультация	0	0	0	0
13	Поиск информации по своей теме	2	0	0	2
14	Поиск информации по своей теме	0	0	2	2
15	Поиск информации по своей теме	0	0	2	2
16	Консультация	0	0	0	0
17	Как написать научную статью	2	0	0	2
18	Как написать научную статью	0	0	2	2
19	Как написать научную статью	0	0	2	2
20	Консультация	0	0	0	0
21	Структура и оформление презентации	2	0	0	2
22	Структура и оформление презентации	0	0	2	2
23	Структура и оформление презентации	0	0	2	2
24	Консультация	0	0	0	0
25	Предметная область, тематика, предмет исследования, гипотеза	2	0	0	2
26	Предметная область, тематика, предмет исследования, гипотеза	0	0	2	2
27	Предметная область, тематика, предмет исследования, гипотеза	0	0	2	2

28	Консультация	0	0	0	0
29	Постановка задачи	2	0	0	2
30	Постановка задачи	0	0	2	2
31	Постановка задачи	0	0	2	2
32	Консультация	0	0	0	0
33	Математическая модель	2	0	0	2
34	Математическая модель	0	0	2	2
35	Математическая модель	0	0	2	2
36	Консультация	0	0	0	0
37	Схема эксперимента	2	0	0	2
38	Схема эксперимента	0	0	2	2
39	Схема эксперимента	0	0	2	2
40	Консультация	0	0	0	0
41	Начальные и граничные условия, допущения	2	0	0	2
42	Начальные и граничные условия, допущения	0	0	2	2
43	Начальные и граничные условия, допущения	0	0	2	2
44	Консультация	0	0	0	0
45	Обезразмеривание	2	0	0	2
46	Обезразмеривание	0	0	2	2
47	Обезразмеривание	0	0	2	2
48	Консультация	0	0	0	0
49	Представление результатов	2	0	0	2
50	Представление результатов	0	0	2	2
51	Представление результатов	0	0	2	2
52	Консультация	0	0	0	0
53	Графики, диаграммы и гистограммы	2	0	0	2
54	Графики, диаграммы и гистограммы	0	0	2	2
55	Графики, диаграммы и гистограммы	0	0	2	2
56	Консультация	0	0	0	0
57	Заключение и выводы	2	0	0	2
58	Заключение и выводы	0	0	2	2
59	Заключение и выводы	0	0	2	2
60	Консультация	0	0	0	0
61	Доклады и презентации	2	0	0	2
62	Доклады и презентации	0	0	2	2
63	Доклады и презентации	0	0	2	2
64	Консультация	0	0	0	0
65	Зачёт	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	0	64	96

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированный зачёт.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1 Литература:**

1. Кожухар, В. М. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В. М. Кожухар. - Москва : Дашков и К, 2013. - 216 с. - ISBN 978-5-394-01711-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/415587> (дата обращения: 16.05.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Зализняк, В. Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров / В. Е. Зализняк. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 264 с. — ISBN 978-5-4344-0764-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91976.html> (дата обращения: 16.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
3. Губайдуллин А.А. Механика сплошной среды: лекции и задачи/ А. А. Губайдуллин; Тюм. гос. ун-т. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 172 с.
4. Кислицын, А. А. Основы теплофизики: (Лекции и семинары) / А. А. Кислицын. - Тюмень : Изд-во ТюмГУ, 2002. - 152 с.
5. Самарский А. А. Введение в численные методы: учеб. пособие для вузов/ А. А. Самарский. - Москва: Наука, 1982. - 271 с.
6. Семихина Л.П. Теплофизические свойства реальных газов: учеб. пособие/ Л. П. Семихина; Тюм. гос. ун-т. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 160 с.
7. Василенко, С. В. Эффектная и эффективная презентация : практическое пособие / С. В. Василенко. — Москва : Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2010. — 135 с. — ISBN 978-5-394-00255-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/1146.html> (дата обращения: 16.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **5.2 Электронные образовательные ресурсы:**

1. Электронная международная библиотека статей на нефтегазовую тематику OnePetro <https://www.onepetro.org/>.
2. Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета <http://lib.mexmat.ru>
3. eLIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва) <http://elibrary.ru/>

### **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Не предусмотрено использование в данной дисциплине.

### **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИК

Томчук Н.Н.

**Промысловая химия**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

**1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:**  
03.03.02 Физика: ПК-1, ПК-2; 16.03.01 Техническая физика: ОПК-1.

**1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:**

**Знания:**

- номенклатуры химических реагентов, применяемых в практике нефтепромышленного дела;
- назначения реагентов и механизм химического воздействия.

**Умения:**

- предлагать возможные причины возникшего осложнения и способы решения;
- сформировывать перечень применяемых реагентов для решения конкретной нефтепромышленной задачи;
- определять перечень факторов, влияющих на эффективность применения предложенных реагентов;
- предлагать способы оценки показателей эффективности реагента;
- поиска и проработки методической и нормативной документации.

**Навыки:**

- выбора оптимального базового реагента для решения конкретной нефтепромышленной задачи;
- подбора рецептуры и способа применения химических составов для конкретных геолого-физических условий;
- выбора методик оценки показателей эффективности реагента;
- анализа эффективности применения реагента;
- разработки рекомендаций по использованию химических технологий в практике нефтедобычи.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			7 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>4</b>	<b>4</b>
	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Вводное занятие	2	2	0	4
2	Бурение	2	0	0	2
3	Плотность	0	4	0	4
4	Добыча нефти	2	0	0	2
5	Нефтеотдача пластов	2	0	0	2
6	Вязкость	0	4	0	4
7	Осложнения в нефтедобыче	2	0	0	2
8	Ремонт скважин	2	0	0	2
9	Карбонатность	0	4	0	4
10	Интенсификация добычи нефти	2	0	0	2
11	Подготовка пластовых и закачиваемых флюидов	2	0	0	2
12	Химические процессы в нефтепромысловом деле	0	4	0	4
13	Транспорт нефти	2	0	0	2
14	Промысловые реагенты на основе неорганических веществ	2	0	0	2
15	Промысловая химия	0	4	0	4
16	Промысловые реагенты на основе органических веществ	2	0	0	2
17	Реология	0	4	0	4
18	Поверхностно-активные вещества в нефтедобыче	2	0	0	2
19	Полимеры в нефтедобыче	2	0	0	2
20	Коррозия	0	4	0	4
21	Экологические аспекты	2	0	0	2
22	Нормативные документы	2	0	0	2
23	Технологическая задача	0	2	0	2
24	Производство нефтепромысловых реагентов	2	0	0	2
	<b>Итого (ак. часов)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>64</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Черезова, Е.Н. Промысловая химия: учебное пособие / Е.Н. Черезова, С.Ш. Сайгитбаталова, Е.С. Ямалеева; под редакцией Е. И. Шевченко. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 100 с. — ISBN 978-5-7882-1784-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62568.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Шрамм, Л.Л. Поверхностно-активные вещества в нефтегазовой отрасли: состав, свойства, применение / Л.Л. Шрамм; под ред. М.С. Подзоровой, В.Р. Магадова. — Санкт-Петербург: ЦОП «Профессия», 2018. — 592 с. — ISBN 978-5-91884-095-5.1045. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1045679> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.

##### 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

См. п. 6.

#### 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

<https://www.consultant.ru/>

Базы данных, доступные в рамках национальной подписки:

<https://rd.springer.com/>

<https://onlinelibrary.wiley.com/>

<https://www.jstor.org/>

<https://www.cambridge.org/core>

Российские базы данных:

<https://grebennikon.ru/>

<https://dlib.eastview.com/browse>

<https://eduvideo.online/>

<https://www.iprbookshop.ru/>

<https://urait.ru/>

<https://znanium.com/>

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.
- Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом (к.н.), заместителем  
директора школы

Крековым С.А.

РАЗРАБОТЧИК

Мусакаев Н.Г.

**Механика многофазных систем**

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки

03.03.02 Физика

профиль подготовки

Физика

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины: ОПК-1.

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

**Знания:**

- основные понятия, закономерности, задачи, уравнения, описывающие различные классы течений жидкости и газа;
- установившиеся и неуставившиеся течения однофазных и многофазных смесей в различных структурах;
- одномерные и квазиодномерные течения в каналах сплошной формы.

**Уметь:**

- выбирать модель однофазных и многофазных сред;
- записывать в математической форме основные законы сохранения массы, импульсов и энергии в интегральной, алгебраической и дифференциальной форме;
- формулировать замкнутые системы уравнений и граничные условия;
- решать характерные задачи расчета течений жидкости и газа в различных структурах.

**Навыки:**

- постановки задач о течении жидкости и газа;
- численного решения уравнений гидрогазодинамики;
- представления и анализа результатов расчетов однофазных и многофазных течений в различных системах.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			7 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>ак.ч.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Экзамен

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак. час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Понятие многофазной среды, гомогенные и гетерогенные смеси. Предмет, задачи и основные гипотезы механики многофазных систем	4	4	0	8
2	Газожидкостные течения, основные определения	4	4	0	8
3	Термодинамические процессы изменения состояния вещества	4	4	0	8
4	Расчетные соотношения для различных установок	4	4	0	8
5	Двухпараметрические жидкости и газы	6	6	0	12
6	Анализ размерностей физических величин, используемых в механике многофазных систем	6	6	0	12
7	Применение метода теории размерностей к решению задач механики многофазных систем	4	4	0	8
	<b>Итого (ак. часов)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>64</b>

## 4. Система оценивания

В качестве форм текущего контроля используются решение задач на практических занятиях и контрольные работы, которые позволяют оценить уровень овладения обучающимися знаниями по предмету.

В течение семестра на практических занятиях проводятся 4 контрольные работы. Контрольная работа № 1 состоит из 3 задач и оценивается до 5 баллов (0–3 баллов за каждую задачу), контрольные работы № 2–4 состоят из одной задачи и оцениваются до 25 баллов за каждую работу.

Также дополнительно студент может набрать баллы за решение задач, предназначенных для проведения практических занятий, оцениваемых по пятибалльной шкале. Решение необходимо продемонстрировать преподавателю и обосновать его.

**Примерные критерии** оценивания решения задач (указаны проценты от используемой шкалы оценивания – 5-балльной или 25-балльной):

0% от используемой шкалы оценивания (0 баллов):

- решение задачи не приведено;
- есть попытка решить задачу, но основные формулы или условия задачи приведены ошибочно;
- студент не поясняет ход решения или его пояснения содержат грубые ошибки;

30% от шкалы оценивания:

- правильно приведены основные формулы, но рассуждения в ходе решения содержат грубые ошибки;
- задача решена в общем виде, но отсутствуют количественные расчеты;
- отсутствуют необходимые рисунки или построения;
- студент поясняет ход решения в общем виде;

70% от шкалы оценивания:

- ход решения верный, но в выводах формул или расчетах есть незначительные ошибки;
- неверно определены размерности используемых/полученных величин;
- студент поясняет ход решения, но допускает незначительные ошибки в рассуждениях;

100% от шкалы оценивания:

- задача решена правильно, есть все необходимые расчеты и комментарии, студент верно поясняет ход решения.

Во время последней контрольной недели семестра преподаватель подводит итоги работы каждого студента и объявляет результаты студентам.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

Если студент не согласен с отметкой, полученной по итогам семестра, ему предоставляется право сдавать экзамен.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Литература:

1. Теплоперенос в нефтегазовых и строительных технологиях: учебное пособие / А.Б. Шабаров, А.А. Кислицын, Б.В. Григорьев [и др.]; под ред. А.Б. Шабарова, А.А. Кислицына. — Тюмень: ТюмГУ, 2014. — 332 с. — ISBN 978-5-400-00979-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109978> (дата обращения: 11.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Моргунов, К.П. Механика жидкости и газа / К.П. Моргунов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 208 с. — ISBN 978-5-507-47902-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/332123> (дата обращения: 11.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Губайдуллин, А.А. Введение в механику сплошной среды: учебное пособие / А.А. Губайдуллин. — Тюмень: ТюмГУ, 2020. — 207 с. — ISBN 978-5-400-01606-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181359> (дата обращения: 11.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Мусакаев, Н.Г. Течения газожидкостных смесей в каналах: теория и вычислительный эксперимент: учебное пособие / Н.Г. Мусакаев. — Тюмень: ТюмГУ, 2017. — 148 с. — ISBN 978-5-400-01394-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110126> (дата обращения: 11.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**5.2. Электронные образовательные ресурсы:**

1. Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета. — <http://lib.mexmat.ru>
2. SPIE Digital Library. Библиотека статей, охватывающих информационные технологии, защиту и промышленный контроль, микро- и нанотехнологии, электронную обработку изображений и данных, оптику и электрооптику. — <http://spiedl.org/>
3. Справочники по химии. — <https://science-of-synthesis.thieme.com/>

**6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронно-библиотечная система Лань. — <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

**7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

**8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.
- Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом (к.н.), заместителем  
директора школы

Крековым С.А.

РАЗРАБОТЧИК

Губайдуллин А.А.

**Механика сплошных сред**

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки

03.03.02 Физика

профиль подготовки

Физика

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины: ОПК-1.

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

**Знания:**

- основ кинематики, теории деформаций и динамики сплошной среды;
- интегральных и дифференциальных уравнений сохранения механики сплошной среды;
- основных моделей описания сплошной среды, применяемых при решении задач.

**Умения:**

- решать базовые задачи кинематики, теории деформаций и динамики сплошной среды;
- применять физические законы сохранения и их расчётные формулы в интегральном и дифференциальном виде при решении конкретных задач;
- применять основные модели механики сплошных сред при решении задач в сфере своей профессиональной деятельности.

**Навыки:**

- применения математического аппарата механики сплошных сред, ее аксиоматики и методов решения задач.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>4</b>	<b>4</b>
	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Основные гипотезы механики сплошных сред. Эйлера и лагранжево описание движения сплошной среды. Дифференцирование по времени при лагранжевом и эйлеровом описаниях. Материальная производная	2	4	0	6
2	Линии тока и траектории. Установившиеся и неустановившиеся движения. Потенциальные движения	2	2	0	4
3	Тензор второго ранга. Операции над тензорами. Симметричный и антисимметричный, транспонированный тензоры. Тензор Кронекера. Шаровой, изотропный тензоры	2	4	0	6
4	Главные оси и главные значения тензора. Характеристическое уравнение. Собственные значения симметричного тензора. Ортогональность главных осей тензора, диагональность матрицы тензора в главных осях	2	2	0	4
5	Тензорная функция и поверхность. Оператор Гамильтона и его применение к скалярным, векторным и тензорным величинам. Тензор деформаций. Лагранжев тензор деформаций. Выражение через перемещения	2	2	0	4
6	Эйлеров тензор деформаций (Альманси). Выражение через перемещения. Механический смысл тензора деформаций	2	2	0	4
7	Условия совместности деформаций. Механический смысл тензора скоростей деформаций	2	0	0	2
8	Применение оператора Гамильтона к скалярным, векторным и тензорным величинам	0	2	0	2
9	Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности при эйлеровом и лагранжевом описаниях	2	2	0	4

10	Объемные и поверхностные силы. Вектор напряжений. Тензор напряжений. Механический смысл тензора напряжений	2	2	0	4
11	Закон сохранения количества движения. Уравнение импульсов. Система уравнений сохранения массы и импульса	2	2	0	4
12	Контрольные мероприятия	0	2	0	2
13	Закон сохранения момента количества движения. Симметричность тензора напряжений. Главные оси и главные напряжения тензора напряжений. Вектор напряжений. Давление. Поверхность напряжений Коши	2	0	0	2
14	Закон сохранения энергии. Интегральное и дифференциальное уравнения полной энергии. Уравнение кинетической и внутренней энергии	2	2	0	4
15	Уравнение внутренней энергии. Уравнение теплопроводности для неподвижной и подвижной среды	2	0	0	2
16	Идеальная жидкость. Потенциальное течение идеальной несжимаемой жидкости. Задача Неймана. Интеграл Коши-Лагранжа. Интеграл Бернулли	2	1	0	3
17	Вязкая жидкость. Ньютоновская жидкость. Уравнение Навье-Стокса. Течение Куэтта	2	1	0	3
18	Течение Пуазейля. Турбулентное течение. Упругое тело. Закон Гука. Уравнение Ламе. Растяжение стержня, всестороннее сжатие, сдвиг	2	2	0	4
	<b>Итого (ак. часов)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>64</b>

#### 4. Система оценивания

На учебных занятиях оценивается работа в аудитории при проведении практических занятий (0 – 5 баллов за решение задач на учебной встрече).

Преподаватель может использовать систему штрафов, уменьшая набранные баллы за пропуски занятий без уважительных причин, за непредоставление выполненных домашних заданий на проверку, за систематический отказ отвечать на занятиях и т.д. Возможно также начисление премиальных баллов за работы, выполненные студентом на высоком уровне.

В семестре предусмотрена контрольная работа, состоящая из 5 задач. Каждая правильно выполненная задача оценивается в 1 балл. Если при решении в задаче допущена ошибка или задача решена не до конца, то она считается не выполненной.

Форма промежуточной аттестации — дифференцированный зачёт. Сдаче дифференцированного зачёта подлежат студенты, по итогам семестра набравшие количество баллов, соответствующее оценке «неудовлетворительно», а также студенты, желающие повысить свою оценку.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- менее 61 балла – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;

- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Литература:

1. Губайдуллин, А.А. Введение в механику сплошной среды: учебное пособие / А.А. Губайдуллин. — Тюмень: ТюмГУ, 2020. — 207 с. — ISBN 978-5-400-01606-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181359> (дата обращения: 11.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Нигматулин, Р.И. Механика сплошной среды: кинематика, динамика, термодинамика, статистическая динамика: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 010701 «Фундаментальная математика и механика» и направлению подготовки 010800 «Механика и математическое моделирование» / Р.И. Нигматулин. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 640 с.
3. Димитриенко, Ю.И. Нелинейная механика сплошной среды [Электронный ресурс] / Ю.И. Димитриенко. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 624 с. — ISBN 978-5-9221-1110-2. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/544776> (дата обращения: 11.05.2024). — Режим доступа: по подписке.
4. Победря, Б.Е. Основы механики сплошной среды. Курс лекций / Б.Е. Победря, Д.В. Георгиевский. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 272 с.: ISBN 5-9221-0649-X. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/544635> (дата обращения: 11.05.2024). — Режим доступа: по подписке.

### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

Не требуются для реализации дисциплины.

## 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- ЭБС Лань. — <https://e.lanbook.com/>
- Электронно-библиотечная система «ЗНАНИУМ». — <https://znanium.com/>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. — <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

## 7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## 8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.
- Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом (к.н.), заместителем  
директора школы

Крековым С.А.

РАЗРАБОТЧИК

Гармонов А.А.

**Радиофизика и основы микроэлектроники**

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки

03.03.02 Физика

профиль подготовки

Физика

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

**1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:**  
ОПК-1.

**1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:**

**Знания:** терминологии и символики, которые применяются в радиоэлектронике; методов составления и чтения основных видов электрических схем; основных физических понятий и принципов функционирования базовых электронных полупроводниковых компонентов в аналоговых и цифровых системах; основных параметров и принципов работы базовых функциональных элементов радиоэлектроники (усилителей, генераторов и т.п.); основных принципов функциональной электроники и микроэлектроники; особенностей применения аналоговых и цифровых радиоэлектронных устройств.

**Умения:** рассчитывать простые аналоговые и цифровые радиоэлектронные устройства; применять современную вычислительную технику при анализе и разработке аналоговых и цифровых электронных устройств; разрабатывать и изготавливать простые аналоговые и цифровые электронные устройства, предназначенные для измерения и обработки сигналов.

**Навыки:** применения основных математических методов анализа и расчета электрических цепей и сигналов; применения аналоговых и цифровых электронных устройств в технике измерения и обработки сигналов; конструирования, монтажа и наладки простых радиоэлектронных устройств.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			5 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>5</b>	<b>5</b>
	ак.ч.	<b>180</b>	<b>180</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>88</b>	<b>88</b>
Лекции		24	24
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		64	64
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>92</b>	<b>92</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Радиофизика и микроэлектроника: предмет и основные понятия	2	0	0	2
2	Элементы теории сигналов	2	0	8	10
3	Физические принципы работы и основы технологии изготовления электронных приборов	2	0	8	10
4	Базовые компоненты электронных устройств	4	0	8	12
5	Линейные пассивные цепи	2	0	8	10
6	Усилители электрических сигналов	2	0	8	10
7	Генерирование колебаний	2	0	8	10
8	Нелинейные преобразования сигналов	2	0	8	10
9	Основы цифровой радиоэлектроники	2	0	4	6
10	Основы функциональной электроники	2	0	4	6
	<b>Итого (ак.часов)</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>88</b>

## 4. Система оценивания

При текущем контроле учитывается несколько видов деятельности обучающихся:

- допуски к выполнению лабораторных работ;
- выполнение лабораторной работы;
- подготовка и сдача отчета по лабораторной работе;
- защита лабораторной работы.

Особенность выполнения студентами лабораторных работ заключается в предварительной самостоятельной теоретической подготовке по теме исследования в работе. При подготовке от студентов потребуются умения и навыки работы с литературой и другими источниками информации. Кроме того, студенты должны изучить элементарные основы теории вероятности и математической статистики и применять их для обработки экспериментальных результатов.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к лабораторному занятию:

- проработка конспекта лекций дисциплины «Радиофизика и основы микроэлектроники» по тематике лабораторной работы;
- чтение рекомендованной основной и дополнительной литературы по тематике лабораторной работы;
- заполнение лабораторного журнала и подготовка к допуску для выполнения работы;
- выполнение всех расчетов необходимых величин и погрешностей к ним в лабораторном журнале;

- подготовка отчета по лабораторной работе.

По итогам набранных в семестре баллов обучающийся может получить зачет с оценкой. Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Литература:**

1. Кузовкин, В.А. Электротехника и электроника: учебник для вузов / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 431 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08114-5. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510811> (дата обращения: 11.05.2024).
2. Нефедов, В.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов / В.И. Нефедов, А.С. Сигов; под редакцией В.И. Нефедова. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 266 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02408-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512077> (дата обращения: 11.05.2024).
3. Ефимов, И.Е. Основы микроэлектроники : учебник / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. — 3-е изд. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-0866-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210218> (дата обращения: 11.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **5.2. Электронные образовательные ресурсы:**

Не требуются для реализации дисциплины.

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Электронно-библиотечная система Лань. — <https://e.lanbook.com>

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

- Учебная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, стенды «Основы электроники».
- Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО

Заместителем директора школы

Креков С.А.

РАЗРАБОТЧИК(И)

Нерадовский Д.Ф., Ганопольский Р.М.

**Теоретическая механика**

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика

Физика

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): ОПК-1

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Теоретическая механика

Данная дисциплина способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ФГОС по направлению подготовки ВО 030302 – Физика:  
ОПК-1: способность применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности

Результатом изучения дисциплины являются:

Знания: 1) основных понятий классической механики;

2) границ применимости изученных законов и методов классической механики;

3) основных методов решения механических задач.

Умения: 1) применять изученные понятия и законы классической механики к решению типовых задач по всем разделам курса, свободно используя при этом необходимый математический аппарат;

2) применять методы механики к решению прикладных задач;

3) использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов техники и областей их применения;

Навыки:

1) методикой расчета реальных физических задач;

2) навыками отбора и обработки информации из различных источников (учебники, справочники, в том числе электронные, интернет-ресурсы)

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			4
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		80	80
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Дифференцированный зачет

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 4 семестре</b>	32	32	0	64
	Теоретическая механика	32	32	0	64
1	Основные понятия	2	0	0	2
2	Основные понятия кинематики	0	2	0	2
3	Консультация	0	0	0	0
4	Связь геометрии с механикой.	2	0	0	2
5	Системы координат	0	2	0	2
6	Консультация	0	0	0	0
7	Свойства сил	2	0	0	2
8	Прямая и обратная задача механики	0	2	0	2
9	Консультация	0	0	0	0
10	Движение относительно неинерциальной системы отсчета	2	0	0	2
11	Движение заряженной частицы в электромагнитном поле	0	2	0	2
12	Консультация	0	0	0	0
13	Интегралы движения	2	0	0	2
14	Интегралы движения. Количество движения	0	2	0	2
15	Консультация	0	0	0	0
16	Движение материальной точки в силовом поле	2	0	0	2
17	Интегралы движения. Момент количества движения	0	2	0	2
18	Консультация	0	0	0	0
19	Движение материальной точки в силовом поле (продолжение)	2	0	0	2
20	Интегралы движения. Механическая энергия	0	2	0	2
21	Консультация	0	0	0	0
22	Задача двух тел	2	0	0	2
23	Контрольная работа по физическим основам механики	0	2	0	2

24	Консультация	0	0	0	0
25	Механические системы со связями	2	0	0	2
26	Уравнения Лагранжа 1-го рода	0	2	0	2
27	Консультация	0	0	0	0
28	Общее уравнение механики	2	0	0	2
29	Общее уравнение динамики	0	2	0	2
30	Консультация	0	0	0	0
31	Уравнения Лагранжа в независимых координатах	2	0	0	2
32	Уравнения Лагранжа 2-го рода	0	2	0	2
33	Консультация	0	0	0	0
34	Движение в окрестности положения равновесия. Линейные колебания	2	0	0	2
35	Интегралы движения и их связь со свойствами симметрии	0	2	0	2
36	Консультация	0	0	0	0
37	Уравнения Гамильтона	2	0	0	2
38	Линейные колебания систем с одной степенью свободы	0	2	0	2
39	Консультация	0	0	0	0
40	Канонические преобразования	2	0	0	2
41	Линейные колебания систем с несколькими степенями свободы	0	2	0	2
42	Консультация	0	0	0	0
43	Уравнение Гамильтона-Якоби	2	0	0	2
44	Уравнения Гамильтона	0	2	0	2
45	Консультация	0	0	0	0
46	Вариационные принципы в механике	2	0	0	2
47	Скобки Пуассона	0	2	0	2
48	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
49	Зачёт	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	32	0	64

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированный зачёт.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1 Литература:

1. Мкртычев, О. В. Теоретическая механика : учебник / О.В. Мкртычев. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2019. — 359 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). —

www.dx.doi.org/10.12737/textbook\_59d71fe9ac68f2.88299087. - ISBN 978-5-9558-0546-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039251> (дата обращения: 17.05.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Ландау, Лев Давидович (1908-1968). Теоретическая физика : [учеб. пособие для физ. спец. ун-тов] : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Москва : Наука, Б.г. Т. 1: Механика. 1988. 215 с. : ил. ; 22 см. ISBN 5-02-013850-9.

3. Ольховский, Игорь Иванович. Курс теоретической механики для физиков : [учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по специальностям техники и технологий] / И. И. Ольховский. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2009. 576 с. : ил. ; 21 см. (Учебники для вузов. Специальная литература) . ISBN 978-5-8114-0857-3 (в пер.).

4. Цывильский, В. Л. Теоретическая механика: Учебник / Цывильский В.Л., - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва :КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 368 с.:. - ISBN 978-5-906923-71-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/939531> (дата обращения: 17.05.2024). – Режим доступа: по подписке.

5. Белов, М. И. Теоретическая механика / М. И. Белов, Б. В. Пылаев. - 2-е изд. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2020. - 336 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01574-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048445> (дата обращения: 17.05.2024). – Режим доступа: по подписке.

## **5.2 Электронные образовательные ресурсы:**

*Не используются*

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

*Не используются*

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора школы  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Вершинин В.Е.

**Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 Физика  
Физика  
форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): *ОПК-1*

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика (семестр 8)

Формируемые компетенции:

Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- аксиоматику термодинамики;
- основные термодинамические процессы и их уравнения
- основные термодинамические потенциалы открытых и закрытых систем;
- классификацию фазовых переходов;
- условия устойчивого равновесия различных систем;
- термодинамику диэлектриков и магнетиков;
- термодинамику плазмы;
- основные представления статистической физики: статистические ансамбли и статистические функции распределения;
- различные методы статистической физики: канонические распределения Гиббса, частичные функции распределения Боголюбова;

Уметь:

- получать расчетные формулы для теплоемкостей системы в различных процессах;
- исследовать условия устойчивого равновесия различных систем;
- описывать фазовые переходы вещества;
- определять коэффициенты переноса необратимых процессов.

Применять

- методы термодинамики для определения калорических и термических свойств равновесных систем;
- второе начало термодинамики для расчета КПД идеальных тепловых циклов;
- метод потенциалов к расчету термодинамики диэлектриков и магнетиков;
- методы статистической физики к классическим и макроскопическим системам и давать физическую интерпретацию полученным результатам;

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			7	8
Общая трудоемкость	зач. ед.	4	4	4
	час	288	144	144
Из них:				
Часы аудиторной работы (всего):		128	64	64
Лекции		64	32	32

Практические занятия	64	32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>160</b>	80	80
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Экзамен	Экзамен

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 7 семестре</b>	32	32	0	64
	Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика (семестр 7)	32	32	0	64
1	Основные определения и исходные положения термодинамики. Равновесные и неравновесные процессы. Внутренняя энергия системы, работа и теплота.	2	0	0	2
2	Функциональные определители и их свойства	0	2	0	2
3	Консультация	0	0	0	0
4	Калорическое и термические уравнения состояния системы. Первое начало термодинамики.	2	0	0	2
5	Функциональные определители и их свойства	0	2	0	2
6	Консультация	0	0	0	0

7	Теплоемкости системы. Основные термодинамические процессы и их уравнения.	2	0	0	2
8	Калорические свойства простых систем	0	2	0	2
9	Консультация	0	0	0	0
10	Круговые процессы. Второе начало термодинамики. Математическая формулировка второго начала термодинамики.	2	0	0	2
11	Калорические свойства простых систем	0	2	0	2
12	Консультация	0	0	0	0
13	Основное уравнение термодинамики для равновесных процессов. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов.	2	0	0	2
14	Калорические свойства простых систем	0	2	0	2
15	Консультация	0	0	0	0
16	Цикл Карно. Теоремы Карно. Термодинамические потенциалы (внутренняя энергия, свободная энергия).	2	0	0	2
17	Термодинамические процессы и их уравнения	0	2	0	2
18	Консультация	0	0	0	0
19	Термодинамические потенциалы (энергия Гиббса, энтальпия). Термодинамические потенциалы открытых систем. Химический потенциал.	2	0	0	2
20	Термодинамические процессы и их уравнения	0	2	0	2
21	Консультация	0	0	0	0
22	Условия равновесия и устойчивости равновесия термодинамических систем. Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы.	2	0	0	2
23	Идеальные циклы тепловых машин	0	2	0	2
24	Консультация	0	0	0	0
25	Условия устойчивого равновесия однородной системы. Фазовые переходы первого рода. Уравнения Клапейрона-Клаузиуса.	2	0	0	2
26	Идеальные циклы тепловых машин	0	2	0	2
27	Консультация	0	0	0	0
28	Фазовый переход жидкость-пар. Роль поверхностного натяжения при образовании новой фазы.	2	0	0	2

29	Семинар 1	0	2	0	2
30	Консультация	0	0	0	0
31	Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Третье начало термодинамики.	2	0	0	2
32	Условия устойчивости и равновесия. Фазовые переходы	0	2	0	2
33	Консультация	0	0	0	0
34	Основные представления статистической физики.	2	0	0	2
35	Семинар 1	0	2	0	2
36	Консультация	0	0	0	0
37	Микроканоническое распределение. Каноническое распределение Гиббса.	2	0	0	2
38	Семинар 1	0	2	0	2
39	Консультация	0	0	0	0
40	Большое каноническое распределение. Большая статистическая сумма и термодинамический потенциал.	2	0	0	2
41	Семинар 1	0	2	0	2
42	Консультация	0	0	0	0
43	Общие свойства статистического интеграла. Неидеальный классический одноатомный газ. занятие 1	2	0	0	2
44	Семинар 1	0	2	0	2
45	Консультация	0	0	0	0
46	Корреляционные функции и цепочка уравнений Боголюбова для равновесных функций распределения.	2	0	0	2
47	Семинар 1	0	2	0	2
48	Консультация	0	0	0	0
49	Экзамен	0	0	0	0
	<b>Часов в 8 семестре</b>	32	32	0	64
	Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика (семестр 8)	32	32	0	64
1	Система с кулоновским взаимодействием частиц.	2	0	0	2
2	Семинар 1	0	2	0	2
3	Консультация	0	0	0	0
4	Свободная энергия классической плазмы и ее уравнение состояния	2	0	0	2
5	Семинар 1	0	2	0	2
6	Консультация	0	0	0	0
7	Матрица плотности в квантовой статистической физике	2	0	0	2
8	Семинар 1	0	2	0	2
9	Консультация	0	0	0	0

10	Идеальные квантовые одноатомные газы. Статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.	2	0	0	2
11	Семинар 1	0	2	0	2
12	Консультация	0	0	0	0
13	Идеальные квантовые одноатомные газы. Переход к статистике Больцмана	2	0	0	2
14	Семинар 1	0	2	0	2
15	Консультация	0	0	0	0
16	Бозе-газ при низких температурах. Бозе-конденсация	2	0	0	2
17	Семинар 1	0	2	0	2
18	Консультация	0	0	0	0
19	Квантовая теория теплоемкости двухатомного идеального газа	2	0	0	2
20	Семинар 1	0	2	0	2
21	Консультация	0	0	0	0
22	Квазитермодинамическая теория флуктуаций.	2	0	0	2
23	Семинар 1	0	2	0	2
24	Консультация	0	0	0	0
25	Основы термодинамической теории необратимых процессов.	2	0	0	2
26	Семинар 1	0	2	0	2
27	Консультация	0	0	0	0
28	Термодинамические и термоэлектрические явления	2	0	0	2
29	Семинар 1	0	2	0	2
30	Консультация	0	0	0	0
31	Броуновское движение и случайные процессы.	2	0	0	2
32	Семинар 1	0	2	0	2
33	Консультация	0	0	0	0
34	Уравнение Смолуховского. Уравнение Фоккера-Планка.	2	0	0	2
35	Семинар 1	0	2	0	2
36	Консультация	0	0	0	0
37	Кинетические уравнения в статистической механике	2	0	0	2
38	Семинар 1	0	2	0	2
39	Консультация	0	0	0	0
40	Уравнение Власова. Кинетическое уравнение Больцмана.	2	0	0	2
41	Семинар 1	0	2	0	2
42	Консультация	0	0	0	0
43	Локальное распределение Максвелла и принцип построения уравнений гидродинамического этапа эволюции системы.	2	0	0	2
44	Семинар 1	0	2	0	2
45	Консультация	0	0	0	0

46	Кинетическое уравнение	2	0	0	2
47	Семинар 1	0	2	0	2
48	Консультация	0	0	0	0
49	Экзамен	0	0	0	0
49	Экзамен	0	0	0	0
	Итого (ак. часов)	64	64	0	128

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме экзамен в обоих семестрах.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1 Литература:

1. Браун, А. Г. Основы статистической физики : учеб. пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. — 3-е изд. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 120 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/5493](http://www.dx.doi.org/10.12737/5493). - ISBN 978-5-16-010234-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1009625> (дата обращения: 16.05.2024). – Режим доступа: по подписке
2. Арнольд, Зоммерфельд Термодинамика и статистическая физика / Зоммерфельд Арнольд ; перевод В. Л. Бонч-Бруевич, В. Б. Сандомирский. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 480 с. — ISBN 978-5-4344-0774-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92115.html> (дата обращения: 16.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : в 10 т. : учеб. пособие для студ. физ. спец. ун-та / Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.; Под ред. Питаевского Л. П. - 2-е изд. - Москва : Физматлит. Т. 10 : Физическая кинетика. - 2002. - 536 с.

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

[http://www.tnmlib.ru/jirbis/index.php?option=com\\_bookmarks&Itemid=6119&task=view&id=1449](http://www.tnmlib.ru/jirbis/index.php?option=com_bookmarks&Itemid=6119&task=view&id=1449)

<http://link.springer.com> javascript:void(0);

<http://www.iprbookshop.ru/>

<https://e.lanbook.com/>

<https://znanium.com/>

#### 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Не используются в данной дисциплине.

**7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

**8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО

Заместителем директора школы

Креков С.А.

РАЗРАБОТЧИК(И)

Шевелёв А.П., Гильманов А.Я.

**Термодинамика углеводородных систем**

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика

Физика

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): ПК-1, ПК-2

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Термодинамика углеводородных систем

Дисциплина направлена на формирование следующих профессиональных компетенций:

По направлению подготовки 03.03.02 Физика:

-Способен организовывать выполнение научно-исследовательских работ по закрепленной тематике (ПК-1).

-Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок (ПК-2).

По направлению подготовки 16.03.01 Техническая физика:

-Способен применять методы проведения экспериментов в соответствующей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (ПК-1).

-Способен применять методы аналитических исследований в соответствующей области знаний (ПК-2).

В результате изучения курса студент должен знать:

- основных понятий и законов, описывающих фазовое поведение индивидуальных веществ и многокомпонентных природных углеводородных систем;
- классических методов расчета фазового состояния многокомпонентных углеводородных систем нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений с использованием уравнений состояния и программного обеспечения.

После успешного освоения курса студент будет уметь:

- моделировать фазовое поведение многокомпонентной углеводородной системы;
- пользоваться автоматизированными программными комплексами PVT-моделирования;
- анализировать полученные результаты и оформлять их в виде отчетов.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6
Общая трудоемкость	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0

<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>	80	80
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Дифференцированный зачет

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 6 семестре</b>	32	32	0	64
	Термодинамика углеводородных систем	32	32	0	64
1	Основы термодинамики многокомпонентных систем	2	0	0	2
2	Решение задач на первое и второе начало термодинамики	0	2	0	2
3	Химический потенциал. Уравнение Гиббса–Дюгема	2	0	0	2
4	Уравнение Гиббса–Дюгема. Правило фаз Гиббса	0	2	0	2
5	Уравнения состояния чистых веществ	2	0	0	2
6	Расчёт критических параметров	0	2	0	2
7	Консультация	0	0	0	0
8	Многокоэффициентные уравнения состояния	2	0	0	2
9	Расчёт коэффициента сверхсжимаемости по уравнению Редлиха-Квонга	0	2	0	2
10	Модификации уравнения Редлиха–Квонга	2	0	0	2
11	Расчёт параметров уравнения по правилам смешения	0	2	0	2
12	Консультация	0	0	0	0
13	Уравнение Пенга–Робинсона и его модификации	2	0	0	2

14	Расчёт коэффициента сверхсжимаемости по уравнению Пенга–Робинсона	0	2	0	2
15	Методы и алгоритмы расчета парожидкостного равновесия многокомпонентных систем	2	0	0	2
16	Построение алгоритма определения молярных концентраций	0	2	0	2
17	Фазовые диаграммы	2	0	0	2
18	Псевдокомпонент	0	2	0	2
19	Консультация	0	0	0	0
20	Ретроградные явления	2	0	0	2
21	Построение фазовых диаграмм	0	2	0	2
22	Методика и алгоритм определения фазового состояния газоконденсатной системы на основе разделения компонентов на фракции	2	0	0	2
23	Моделирование газоконденсатных систем	0	2	0	2
24	Консультация	0	0	0	0
25	Метод Куртиса–Витсона. Метод линеаризации молярной доли	2	0	0	2
26	Метод Куртиса–Витсона. Метод линеаризации молярной доли	0	2	0	2
27	Корреляции для определения ацентрического фактора	2	0	0	2
28	Корреляции для определения ацентрического фактора	0	2	0	2
29	Консультация	0	0	0	0
30	Фугитивность (летучесть)	2	0	0	2
31	Алгоритм расчёта фазового равновесия углеводородной системы	0	2	0	2
32	Автоматизированные комплексы PVTi-моделирования	2	0	0	2
33	Знакомство с интерфейсом комплексов PVTi-моделирования	0	2	0	2
34	Консультация	0	0	0	0
35	Задание параметров компонентов в программных комплексах PVTi-моделирования	2	0	0	2
36	Задание параметров компонентов в программных комплексах PVTi-моделирования	0	2	0	2
37	Консультация	0	0	0	0
38	Построение фазовых диаграмм в программных комплексах PVTi-моделирования	2	0	0	2
39	Настройка PVTi-модели	0	2	0	2
40	Консультация	0	0	0	0
41	Дифференцированный зачёт	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	32	0	64

#### **4. Система оценивания.**

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированный зачёт.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **5.1 Литература:**

1. Тетельмин, В. В. Нефтегазовое дело. Полный курс. В двух томах. Том 2 : учебник / В. В. Тетельмин. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 400 с. - ISBN 978-5-9729-0557-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1835954> (дата обращения: 15.05.2024). – Режим доступа: по подписке..
2. Федоров, К. М. Фильтрационные течения с физико-химическими превращениями в задачах нефтегазовой механики : учебное пособие / К. М. Федоров, Н. Г. Мусакаев, Т. А. Кремлева. — Тюмень : ТюмГУ, 2017. — 108 с. — ISBN 978-5-400-01390-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109793> (дата обращения: 15.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей..
3. Физика нефтяного и газового пласта : учебное пособие / составители М. В. Коровкин, Н. Э. Пулькина. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 80 с. — ISBN 978-5-4387-0866-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/96094.html> (дата обращения: 15.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

##### **5.2 Электронные образовательные ресурсы:**

Не используются.

#### **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Springer / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России».

URL: <https://rd.springer.com/>

Электронно-библиотечная система «ЗНАНИУМ» / ООО «ЗНАНИУМ». URL: <https://lib.utm.ru/tpost/mlxo8l6vg1-znaniumcom>

Электронно-библиотечная система Лань / ООО ЭБС «ЛАНЬ». URL: <https://e.lanbook.com/>

#### **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

Лицензионное программное обеспечение Microsoft Visual Studio.

Свободно распространяемое программное обеспечение для написания кодов программ Lazarus, PascalABC.

Лицензионное программное обеспечение tNavigator.

#### **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИК

Удовиченко С.Ю.

**Технология и диагностика природовдохновленных наноматериалов**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

### 1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины: для 03.03.02 Физика:

- ПК-1: способен организовывать выполнение научно-исследовательских работ по закреплённой тематике;
- ПК-2: способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок;

для 16.03.01 Техническая физика:

- ПК-1: способен применять методы проведения экспериментов в соответствующей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- ПК-2: способен применять методы аналитических исследований в соответствующей области знаний.

### 1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

#### Знания:

- специализированных разделов физики «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц» для освоения профильных физических дисциплин;
- современной приборной базы для исследования наноматериалов, в том числе сложного аналитического оборудования.

#### Умения:

- использовать специализированные знания в области физики твердого тела, наноструктур, атомной и молекулярной физики;
- проводить научные исследования наноматериалов с помощью современной приборной базы, в том числе сложного аналитического оборудования.

#### Навыки:

- применения пучково-плазменных технологий для создания природоподобных наноматериалов;
- проведения диагностики наноматериалов с помощью современной приборной базы, в том числе сложного аналитического оборудования.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			7 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>ак.ч.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		32	32
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Современное оборудование для пучково-плазменных технологий	2	0	0	2
2	Лабораторная работа 1. Получение первого изображения на сканирующем зондовом микроскопе (СЗМ). Обработка и представление результатов эксперимента	0	0	2	2
3	Аналитическое оборудование для исследования природовдохновленных наноматериалов	4	0	0	4

4	Лабораторная работа 2. Исследование материалов методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) в контактном режиме	0	0	2	2
5	Лабораторная работа 3. Исследование материалов методом АСМ в полуконтактном режиме	0	0	2	2
6	Пучково-плазменные технологии	4	0	0	4
7	Лабораторная работа 4. Исследование материалов методом АСМ в неконтактном режиме	0	0	2	2
8	Лабораторная работа 5. Исследование биообъектов на клеточном уровне с помощью АСМ	0	0	2	2
9	Нанотехнологический комплекс «НаноФаб-100»	4	0	0	4
10	Лабораторная работа 6. Изучение микрофлоры воды с помощью СЭМ	0	0	2	2
11	Лабораторная работа 7. Получение изображения в режиме регистрации вторичных электронов в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ)	0	0	2	2
12	Технология изготовления обучаемого наноматериала из оксида металла	4	0	0	4
13	Лабораторная работа 8. Исследование на электронном микроскопе биообъектов – клещей	0	0	4	4
14	Технология изготовления мемристора – аналога живого синапса	4	0	0	4
15	Лабораторная работа 9. Исследование морфологии поверхности наноматериала на СЭМ	0	0	4	4
16	Технология изготовления мемристорно-диодного массива для биоморфного нейропроцессора	4	0	0	4
17	Лабораторная работа 10. Исследование элементного состава наноматериала на СЭМ	0	0	2	2
18	Лабораторная работа 11. Исследование топологии поверхности стекловолкнистых катализаторов	0	0	2	2
19	Технология создания стекловолкнистых катализаторов для экологически чистой утилизации жидких углеводородных отходов и шламов	4	0	0	4
20	Лабораторная работа 12. Исследование элементного состава ядра на электронном микроскопе	0	0	4	4
21	Технология изготовления микрофлюидного чипа – аналога природного фильтра воды	2	0	0	2

22	Лабораторная работа 13. Исследование пористой структуры керна на электронном микроскопе	0	0	2	2
	<b>Итого (ак.часов)</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>64</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Удовиченко, С.Ю. Пучково-плазменные технологии для создания материалов и устройств микро- и нанoeлектроники: учебное пособие / С.Ю. Удовиченко. — Тюмень: ТюмГУ, 2016. — 228 с. — ISBN 978-5-400-01349-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110025> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Витязь, П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов: учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидуневич. — Минск: Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — ISBN 978-985-06-1783-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20108.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий: монография / П.А. Витязь [и др.]. — Минск: Белорусская наука, 2011. — 283 с. — ISBN 978-985-08-1292-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/12322.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Неволин, В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике: монография / В.К. Неволин. — 2-е изд., испр. — Москва: Техносфера, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-94836-382-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73521> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

Азаренков, Н.А. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии. Учебное пособие / Н.А. Азаренков, В.М. Береснев, А.Д. Погребняк и др. — Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2009. — 209 с. — URL: [https://ftfsite.ru/wp-content/files/azarenkov\\_n\\_a\\_beresnev\\_v\\_m\\_pogreb.pdf](https://ftfsite.ru/wp-content/files/azarenkov_n_a_beresnev_v_m_pogreb.pdf) (дата обращения: 10.05.2024).

**6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

- База данных IPR Books. — <https://www.iprbookshop.ru/>
- Электронно-библиотечная система Лань. — <https://e.lanbook.com/>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. — <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

**7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

**8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Специальная лаборатория наноматериалов и наноэлектроники в Центре природовдохновенного инжиниринга для проведения занятий практического типа оснащена следующим оборудованием:

1. Магнетронный модуль Нанотехнологического комплекса (НТК) «НаноФаб-100».
2. СЭМ JSM-6510LV-EDS с рентгеновским энерго-дисперсионным спектрометром.
3. Литографическая приставка NanoMaker Full к электронному микроскопу.
4. СЭМ TESCAN MIRA3 LMU.
5. Универсальный вакуумный сканирующий зондовый микроскоп «ИНТЕГРА-АУРА».
6. Модуль плазмохимического травления НТК «НаноФаб-100».

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИК

Кислицын А.А.

**Физика атома, ядра и элементарных частиц**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

### 1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:

03.03.02 Физика: ОПК-1; 16.03.01 Техническая физика: ОПК-1, ОПК-3.

### 1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

#### Знания:

- основных этапов развития современных атомистических и квантовых представлений;
- экспериментальных фактов, лежащих в основе теории относительности и квантовой теории;
- физического смысла волновой функции;
- основных положений квантовой механики;
- квантовых чисел, характеризующих состояние электрона в атоме;
- принципа Паули;
- объяснения периодической системы Д.И. Менделеева;
- основных характеристик атомных ядер;
- видов радиоактивного распада;
- основного закона радиоактивного распада;
- основных видов ядерных реакций;
- основных закономерностей процессов деления и синтеза ядер;
- способов получения ядерной энергии;
- физических принципов действия ядерных реакторов;
- типов взаимодействий и современной классификации элементарных частиц;
- основных свойств элементарных частиц;
- современных астрофизических представлений;
- основных механизмов взаимодействия ядерного излучения с веществом;
- дозиметрических единиц;
- норм радиационной безопасности и методов защиты от ядерных излучений.

#### Умения:

- применять законы физики атома, атомного ядра и элементарных частиц для решения конкретных научно-технических задач, как в области физики, так и на междисциплинарных границах с другими областями знаний;
- с помощью дозиметрических приборов измерять уровень радиационного фона, определять степень его опасности и рассчитывать толщину экранов для защиты от радиоактивных излучений в лабораторных условиях.

#### Навыки:

- экспериментальной работы с современной измерительной аппаратурой;
- дозиметрических измерений;
- обработки и анализа результатов эксперимента;
- соблюдения правил безопасной работы с источниками ионизирующих излучений.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>6</b>	<b>6</b>
	ак.ч.	<b>216</b>	<b>216</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>112</b>	<b>112</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		48	48
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>104</b>	<b>104</b>
Вид промежуточной аттестации			Экзамен

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
<b>Лекции и практические занятия</b>					
1	Развитие атомистических и квантовых представлений	2	2	0	4
2	Основы квантовой теории. Волновая функция, ее физический смысл	2	2	0	4
3	Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингера	2	2	0	4
4	Современные представления о строении атома	1	2	0	3
5	Физическое объяснение периодической системы Д.И. Менделеева	1	2	0	3
6	Атомы в магнитном и электрическом полях	2	2	0	4
7	Физика молекул	2	0	0	2

8	Элементы квантовой теории твердых тел	2	0	0	2
9	Контрольная работа 1	0	2	0	2
10	Свойства атомных ядер	2	2	0	4
11	Радиоактивный распад ядер	2	2	0	4
12	Модели атомных ядер	0	2	0	2
13	Альфа-распад ядер. Теория альфа-распада. Бета-распад ядер; виды бета-распада. Гамма-излучение ядер	2	2	0	4
14	Ядерные реакции	2	2	0	4
15	Деление и синтез атомных ядер	2	2	0	4
16	Взаимодействие ядерного излучения с веществом. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений	2	2	0	4
17	Основные свойства элементарных частиц	2	0	0	2
18	Фундаментальные взаимодействия. Стандартная модель физики элементарных частиц	2	0	0	2
19	Законы сохранения в физике элементарных частиц	0	2	0	2
20	Современные астрофизические представления. Элементы космологии	2	0	0	2
21	Контрольная работа 2	0	2	0	2
<b>Лабораторные занятия</b>					
22	Дозиметрия ионизирующих излучений	0	0	6	6
23	Определение удельного заряда электрона	0	0	6	6
24	Определение среднего пробега и энергии альфа-частиц	0	0	6	6
25	Определение максимальной энергии бета- частиц	0	0	6	6
26	Счетчик Гейгера-Мюллера	0	0	6	6
27	Эффект Зеемана	0	0	6	6
28	Рентгеновские спектрометры	0	0	6	6
29	Эффект Мёссбауэра	0	0	6	6
	<b>Итого (ак. часов)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>48</b>	<b>112</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме экзамена.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Литература:

1. Шпольский, Эдуард Владимирович (1892-1975). Атомная физика = Atomic physics: учебник: [в 2 т.]. — Санкт-Петербург: Лань. (Учебники для вузов. Специальная литература). (Классическая учебная литература по физике). ISBN 978-5-8114-1004-0: Б.г. Т. 1: Введение в атомную физику. 2010. — 560 с.; 21 см. — ISBN 978-5-8114-1005-7 (в пер.).
2. Шпольский, Эдуард Владимирович (1892-1975). Атомная физика = Atomic physics: учебник: в 2 т. — Санкт-Петербург: Лань. (Учебники для вузов. Специальная литература). (Классическая учебная литература по физике). ISBN 978-5-8114-1004-0: Б.г. Т. 2: Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. 2010. — 448 с.; 21 см. — ISBN 978-5-8114-1006-4 (в пер.).
3. Кузнецов, С.И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики: учебное пособие / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2024. — 212 с. — ISBN 978-5-9558-0350-0. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/2120774> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.
4. Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики: учебное пособие для студентов физических специальностей вузов: в 5 т. — Москва: Физматлит. ISBN 978-5-9221-0645-0: Б.г. Т. 5: Атомная и ядерная физика. 2008. — 784 с.; 21 см. — ISBN 978-5-9221-0645-0 (в пер.).
5. Кузнецов, С.И. Курс физики с примерами решения задач. Часть III. Геометрическая и волновая оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Основы физики элементарных частиц: учебное пособие. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 302 с. — ISBN 978-5-4387-0428-7. — Текст: электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/34672.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
6. Браун, А.Г. Атомная и ядерная физика. Элементы квантовой механики. Практикум: учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 88 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/11426. — ISBN 978-5-16-019148-5. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1894471> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.

### 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

Не требуются для реализации дисциплины.

## 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

База данных IPR Books — <https://www.iprbookshop.ru/>

Электронно-библиотечная система “ЗНАНИУМ” — <https://lib.utmn.ru/tpost/mlxo8l6vg1-znaniumcom>

## 7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

**8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.
- Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа и самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.
- Учебная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа и самостоятельной работы в присутствии инженера оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, специализированное учебное лабораторное оборудование.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИКИ

Гильманов А.Я., Шевелёв А.П.

**Физико-химическая гидромеханика**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

профиль подготовки

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

**1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:**  
03.03.02 Физика: ПК-1, ПК-2; 16.03.01 Техническая физика: ПК-1, ПК-2.

**1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:**

**Знания:**

- видов физико-химических методов увеличения нефтеотдачи (МУН);
- основных физических принципов МУН;
- основной системы уравнений механики гетерогенных систем.

**Умения:**

- выбирать необходимый физико-химический МУН под данный объект разработки;
- моделировать физико-химические МУН.

**Навыки:**

- расчета фильтрации физико-химических реагентов по трещинам автогидроразрыва пласта;
- определения параметров адсорбции полимера.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6 / 7 / 8 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>ак.ч.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>80</b>	<b>80</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак.часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Основы механики многофазных систем	2	2	0	4
2	Законы сохранения	2	2	0	4
3	Адсорбция полимера в пористой среде	2	0	0	2
4	Определение механизмов адсорбции полимера в пористой среде	0	2	0	2
5	Изотермы Генри и Ленгмюра	2	2	0	4
6	Удерживание полимера в пористой среде	2	2	0	4
7	Совместность протекания процессов адсорбции-удерживания	2	0	0	2
8	Модифицированные изотермы Ленгмюра	0	2	0	2
9	Недоступный объём пор	2	2	0	4
10	Прямая и обратная задачи адсорбции-удерживания полимера в пористой среде	2	0	0	2
11	Передний и задний фронт вытеснения	0	2	0	2
12	Фильтрация реагента в пористой среде	2	2	0	4
13	Эмпирические коэффициенты при фильтрации суспензии в пористой среде	2	0	0	2
14	Расчёт коэффициентов фильтрации и повреждения породы	0	2	0	2
15	Модель глубокого проникновения суспензии в пористую среду	2	0	0	2
16	Коллоквиум по пройденному материалу	0	2	0	2
17	Распределение концентрации удержанных частиц	2	2	0	4
18	Выравнивание профиля приёмистости	2	0	0	2
19	Расчёт приёмистости нагнетательной скважины	0	2	0	2
20	Потокоотклоняющие технологии	2	2	0	4
21	Механизм образования гелей	2	2	0	4
22	Трещины автогидро разрыва пласта	2	0	0	2
23	Контрольная работа по материалу семестра	0	2	0	2
	<b>Итого (ак.часов)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>64</b>

## 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачёта.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- от 0 до 60 баллов – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

Дифференцированный зачет по дисциплине представляет собой ответ обучающегося по билету состоящего из 2 вопросов и 1 задачи. Студентам, набравшим 50 баллов и более в ходе семестра, в случае выхода на зачёт задача засчитывается автоматически.

При подробном ответе на 2 вопроса и решённой задаче ставится оценка «отлично», при подробном ответе на вопрос, решённой задаче и неполном ответе на второй вопрос ставится оценка «хорошо», при ответе только на один вопрос и решённой задаче – «удовлетворительно», в случае невыполнения указанных требований – «неудовлетворительно».

Преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по изученному материалу студенту в ходе беседы на дифференцированном зачёте, если ответ студента является полным, в ходе такой беседы в случае полноты ответов ставится оценка «отлично», в случае наличия 1-2 ошибок в ходе ответов – «хорошо», в случае ответов более чем на 50% вопросов – «удовлетворительно», в противном случае – «неудовлетворительно», причём преподаватель имеет право задать дополнительные вопросы по тем темам, занятия по которым пропустил студент.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Литература:

1. Федоров, К.М. Фильтрационные течения с физико-химическими превращениями в задачах нефтегазовой механики: учебное пособие / К.М. Федоров, Н.Г. Мусакаев, Т.А. Кремлева. — Тюмень: ТюмГУ, 2017. — 108 с. — ISBN 978-5-400-01390-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109793> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ладенко, А.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие / А.А. Ладенко, О.В. Савенок. — Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. — 244 с. — ISBN 978-5-9729-0445-7. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168610> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.
3. Подземная гидромеханика / К.С. Басниев, Н.М. Дмитриев, Р.Д. Каневская, В.М. Максимов. — 2-е изд. — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019. — 488 с. — ISBN 978-5-4344-0605-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91980.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

### 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

Не используются.

## 6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Springer / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: <https://rd.springer.com/>
- Электронно-библиотечная система «ЗНАНИУМ» / ООО «ЗНАНИУМ». URL: <https://znanium.ru/>
- Электронно-библиотечная система Лань / ООО ЭБС «ЛАНЬ». URL: <https://e.lanbook.com/>
- База данных IPR Books. — <https://www.iprbookshop.ru/>

**7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

**8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.
- Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора школы  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Шевелёв А.П., Гильманов А.Я.

**Численные методы решения задач нефтегазовой отрасли**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 Физика  
Физика  
форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): ПК-1, ПК-2

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Численные методы решения задач нефтегазовой отрасли

Дисциплина направлена на формирование следующей профессиональной компетенции:

По направлению подготовки 03.03.02 Физика:

- Способен организовывать выполнение научно-исследовательских работ по закрепленной тематике (ПК-1).

-Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок (ПК-2).

По направлению подготовки 16.03.01 Техническая физика (профиль №1):

-Способен применять методы аналитических исследований в соответствующей области знаний (ПК-2).

По направлению подготовки 16.03.01 Техническая физика (профиль №2):

-Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные этапы математического моделирования и численного исследования физических процессов в нефтегазовой отрасли;

- масштабы процессов и роль различных связей при моделировании;

- основные понятия разработки месторождений.

Уметь:

- применять понятия масштабных и безразмерных переменных, оценивать их роль;

- применять численные методы при решении задач нефтегазовой отрасли.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			6
Общая трудоемкость	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		80	80

Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Дифференцированный зачет
---	--	--------------------------

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак. час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 6 семестре</b>	32	32	0	64
	Численные методы решения задач нефтегазовой отрасли	32	32	0	64
1	Актуальные задачи нефтегазовой отрасли	2	0	0	2
2	Решение задачи о распространении тепла в пласте с помощью метода автомодельной переменной	0	2	0	2
3	Метод автомодельной переменной	2	0	0	2
4	Определение времени прогрева пласта	0	2	0	2
5	Консультация	0	0	0	0
6	Численные методы для решения нефтегазовой отрасли	2	0	0	2
7	Применение явной конечно-разностной схемы для решения задачи о распространении тепла в пласте	0	2	0	2
8	7. Порядок аппроксимации, устойчивость, сходимости явной конечно-разностной схемы для задачи о распространении тепла в пласте	2	0	0	2
9	Устойчивость и сходимости численного решения задачи о распространении тепла в пласте	0	2	0	2
10	Консультация	0	0	0	0
11	Основы теории алгоритмов для решения задач нефтегазовой отрасли	2	0	0	2
12	Программная реализация явной конечно-разностной схемы для уравнения теплопроводности	0	2	0	2

13	Анализ чувствительности физических величин от входных параметров	2	0	0	2
14	Написание отчёта по решению задачи о распространении тепла в пласте с помощью явной конечно-разностной схемы	0	2	0	2
15	Консультация	0	0	0	0
16	Применение неявной конечно-разностной схемы для решения задачи о распространении тепла в пласте	2	0	0	2
17	Применение неявной конечно-разностной схемы для решения задачи о распространении тепла в пласте	0	2	0	2
18	Метод прогонки как разновидность метода последовательного исключения неизвестных для задачи о распространении тепла в пласте	2	0	0	2
19	Анализ чувствительности безразмерных комплексов подобия от входных параметров	0	2	0	2
20	Консультация	0	0	0	0
21	Применение неявной конечно-разностной схемы для решения задачи о диффузии веществ в пористой среде	2	0	0	2
22	Проверка сходимости решения по неявной схеме задачи о распространении тепла в пласте	0	2	0	2
23	Порядок аппроксимации, устойчивость, сходимость неявной схемы для решения задачи о диффузии веществ в пористой среде	2	0	0	2
24	Применение и сопоставление явной и неявной конечно-разностных схем для решения задачи о диффузии веществ в пласте	0	2	0	2
25	Консультация	0	0	0	0
26	Метод парогравитационного дренажа	2	0	0	2
27	Написание научного отчёта по решению задачи о диффузии веществ в пласте	0	2	0	2
28	Применение явной схемы для решения двумерной задачи теплопроводности при SAGD	2	0	0	2
29	Применение явной схемы для решения двумерной задачи теплопроводности при SAGD	0	2	0	2
30	Консультация	0	0	0	0
31	Трёхмерная задача теплопроводности при SAGD	2	0	0	2
32	Трёхмерная задача теплопроводности при SAGD	0	2	0	2

33	Сведение трёхмерной задачи к двумерной	2	0	0	2
34	Написание научного отчёта по решению задачи об инициации процесса SAGD	0	2	0	2
35	Консультация	0	0	0	0
36	Нелинейные дифференциальные уравнения в нефтегазовой отрасли	2	0	0	2
37	Применение численных методов для решения нелинейного дифференциального уравнения	0	2	0	2
38	Применение численных методов для решения нелинейного дифференциального уравнения (зависимость свойств породы от температуры)	2	0	0	2
39	Написание научного отчёта по решению задачи с нелинейным дифференциальным уравнением	0	2	0	2
40	Консультация	0	0	0	0
41	Дифференцированный зачёт	0	0	0	0
	Итого (ак. часов)	32	32	0	64

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированный зачёт.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1 Литература:

1. Мусакаев, Наиль Габсалямович. Течения газожидкостных смесей в каналах: теория и вычислительный эксперимент: [учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям "Физика", "Техническая физика", "Математическое моделирование"] / Н. Г. Мусакаев; М-во образования и науки РФ, Тюм. гос. ун-т, Ин-т теор. и прикл. механики им. С. А. Христиановича СО РАН. — Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2017. — 148 с. — 2-Лицензионный договор № 654/2017-12-29. — Доступ по паролю из сети Интернет (чтение). — [URL:https://library.utmn.ru/dl/PPS/Musakaev\\_654\\_UP\\_2017.pdf](https://library.utmn.ru/dl/PPS/Musakaev_654_UP_2017.pdf) (дата обращения 15.05.2024).
2. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 111 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10886-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454052> (дата обращения: 15.05.2024).

3. *Пименов, В. Г.* Численные методы в 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 107 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10891-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454053> (дата обращения: 15.05.2024).
4. Физика нефтяного и газового пласта : учебное пособие / составители М. В. Коровкин, Н. Э. Пулькина. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 80 с. — ISBN 978-5-4387-0866-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/96094.html> (дата обращения: 15.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## **5.2 Электронные образовательные ресурсы:**

Не используются.

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Springer / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России».

URL: <https://rd.springer.com/>

Электронно-библиотечная система «ЗНАНИУМ» / ООО «ЗНАНИУМ». URL: <https://lib.utmn.ru/tpost/mlxo8l6vg1-znaniumcom>

Электронно-библиотечная система Лань / ООО ЭБС «ЛАНЬ». URL: <https://e.lanbook.com/>

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

Лицензионное программное обеспечение Microsoft Visual Studio.

Свободно распространяемое программное обеспечение для написания кодов программ Lazarus, PascalABC.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО

Доцентом, заместителем директора  
школы

Черемных Л.Д.

РАЗРАБОТЧИК

Монтанари С.Г.

**Электричество и магнетизм**

Рабочая программа

для обучающихся по направлениям подготовки

03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика

для всех профилей направлений подготовки

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

**1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:**  
03.03.02 Физика: ОПК-1; 16.03.01 Техническая физика: ОПК-1, ОПК-3.

**1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:**

**Знания:**

- основных понятий, законов и формул электричества и магнетизма;
- научных методов физики, их теоретического и экспериментального обоснований.

**Умения:**

- применять законы и методы физики при решении задач теоретического, экспериментального и прикладного характеров;
- выполнять физические измерения и оценивать получаемые результаты;
- обосновывать методику физических измерений и оценивать их методическую погрешность.

**Навыки:**

- описания основных физических явлений;
- решения типовых задач в области электричества и магнетизма;
- работы с простыми измерительными приборами и экспериментальной аппаратурой;
- обработки и оформления результатов эксперимента.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего (ак.ч.)	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			4 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
	<b>ак.ч.</b>	<b>288</b>	<b>288</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>160</b>	<b>160</b>
Лекции		48	48
Практические занятия		48	48
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		64	64
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>128</b>	<b>128</b>
Вид промежуточной аттестации			Дифференцированный зачет

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак.час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
1	Электростатика	6	6	8	20
2	Постоянный электрический ток	6	6	8	20
3	Электропроводность	6	6	8	20
4	Стационарное магнитное поле	6	6	8	20
5	Магнетики	6	6	8	20
6	Электромагнитная индукция	6	6	8	20
7	Переменный квазистационарный электрический ток	6	6	8	20
8	Уравнения Максвелла и основные свойства электромагнитных волн	6	6	8	20
	<b>Итого (ак.часов)</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>160</b>

#### 4. Система оценивания

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра или несогласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1. Литература:

1. Гринберг, Я.С. Электричество и магнетизм: учебное пособие / Я.С. Гринберг, Э.А. Кошелев, А.Г. Моисеев. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 191 с. — ISBN 978-5-7782-3163-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91590.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Дубровский, В.Г. Электричество и магнетизм. Сборник задач и примеры их решения / В.Г. Дубровский, Г.В. Харламов. — Новосибирск: НГТУ, 2011. — 92 с.: ISBN 978-5-7782-1600-6. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/546026> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: по подписке.
3. Дерябин, Виктор Михайлович. Физика: [учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим, химико-биологическим, биологическим и сельскохозяйственным специальностям] / В.М. Дерябин, В.Е. Борисенко. 2-е изд., перераб. Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2001. 656 с.
4. Елканова, Т.М. Практикум по курсу «Электричество и магнетизм»: учебное пособие / Т.М. Елканова. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2017. — 254 с. — ISBN 978-5-4486-0148-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/71578.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. — DOI: <https://doi.org/10.23682/71578>.
5. Пономарева, В.А. Электричество и магнетизм: курс лекций / В.А. Пономарева, В.А. Кузьмичева. — Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2007. — 116 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/46357.html> (дата обращения: 10.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## **5.2. Электронные образовательные ресурсы:**

Не предусмотрено использование в данной дисциплине.

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

- База данных IPR Books. — <https://www.iprbookshop.ru/>
- Электронно-библиотечная система “ЗНАНИУМ”. — <https://lib.utmn.ru/tpost/mlxo8l6vg1-znaniumcom>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. — <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, Яндекс.Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.
- Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа и самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.
- Учебная лаборатория для проведения занятий лабораторного типа и самостоятельной работы (в присутствии инженера лаборатории) оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, специализированное оборудование.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО

Заместителем директора школы

Креков С.А.

РАЗРАБОТЧИК(И)

Нерадовский Д.Ф., Ганопольский Р.М.

**Электродинамика**

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 Физика

Физика

форма обучения очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): ОПК-1

1.2. Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения:

### Электродинамика

Данная дисциплина способствует формированию следующих компетенций  
ОПК-1: способность применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности  
В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основные экспериментальные факты, лежащие в основе уравнений Максвелла и возможные приближения;
- основные законы и формулы, описывающие наиболее важные электромагнитные явления и процессы;
- приемы и методы, используемые для решения уравнений Максвелла.

**Уметь:**

- решать практические задачи, используя теорию Максвелла;
- получать уравнения для различных приближений системы уравнений Максвелла;
- оценивать поведение физических характеристик в предельных случаях.

**Владеть:**

- математическим аппаратом, необходимым для решения практических задач;
- навыками применения теории Максвелла при постановке и решении практических задач.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			5
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		80	80
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Тематика учебных встреч	Виды аудиторной работы (в ак. час.)			Итого аудиторных ак. часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 5 семестре</b>	32	32	0	64
	Электродинамика	32	32	0	64
1	Вводная лекция	2	0	0	2
2	Основы векторного анализа 1	0	2	0	2
3	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
4	Уравнения Максвелла	2	0	0	2
5	Основные положения векторного анализа 2	0	2	0	2
6	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
7	Электростатическое поле	2	0	0	2
8	Электростатическое поле 1	0	2	0	2
9	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
10	Электростатическое поле. Граничные условия	2	0	0	2
11	Мультиполное разложение	0	2	0	2
12	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
13	Законы сохранения	2	0	0	2
14	Электростатическое поле в среде	0	2	0	2
15	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
16	Мультиполное разложение	2	0	0	2
17	Электростатическое поле 4	0	2	0	2
18	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
19	Электростатическое поле в среде	2	0	0	2
20	Мультиполное разложение	0	2	0	2
21	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
22	Магнитное поле постоянного тока	2	0	0	2
23	Контрольная работа	0	2	0	2
24	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
25	Магнитное поле. Граничные условия	2	0	0	2
26	Магнитное поле постоянного тока 1	0	2	0	2
27	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
28	Магнитный момент	2	0	0	2
29	Магнитное поле постоянного тока 2	0	2	0	2
30	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
31	Потенциалы электромагнитного поля	2	0	0	2

32	Магнитный момент	0	2	0	2
33	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
34	Магнитное поле в среде	2	0	0	2
35	Потенциалы электромагнитного поля, калибровочная инвариантность	0	2	0	2
36	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
37	Потенциалы электромагнитного поля в дипольном приближении	2	0	0	2
38	Произвольные поля 1	0	2	0	2
39	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
40	Электромагнитное поле электрического дипольного излучения	2	0	0	2
41	Произвольные поля 2	0	2	0	2
42	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
43	Магнитное дипольное и электрическое квадрупольное излучение	2	0	0	2
44	Теория излучения 1	0	2	0	2
45	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
46	Свойства излучения	2	0	0	2
47	Теория излучения 2	0	2	0	2
48	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
49	Экзамен	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	32	0	64

#### 4. Система оценивания.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме экзамен.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

#### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 5.1 Литература:

1. Яцкевич, В. А. Классическая электродинамика : учебное пособие / В. А. Яцкевич. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 140 с.- ISBN 978-5-9729-0477-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167739> (дата обращения: 16.05.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Ан, А. Ф. Основы классической электродинамики : учебное пособие / А. Ф. Ан, А. В. Самохин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 204 с. - ISBN 978-5-9729-0485-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168500> (дата обращения: 16.05.2024). – Режим доступа: по подписке.
3. Электродинамика. Специальная теория относительности. Теория электромагнитного поля : учебно-методическое пособие / составители Е. А. Памятных. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 72 с. — ISBN 978-5-7996-1105-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. —

URL: <http://www.iprbookshop.ru/68416.html> (дата обращения: 16.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

## **5.2 Электронные образовательные ресурсы:**

1. Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета <http://lib.mexmat.ru>
2. Образовательная платформа Юрайт <https://urait.ru/>
3. eLIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва) <http://elibrary.ru/>

## **6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Не используются

## **7. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост.

## **8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.