

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Романчук Иван Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 04.06.2024 09:27:50  
Уникальный программный ключ:  
6319edc2b582ffdacea443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора  
Школы естественных наук  
Крековым С.А.  
РАЗРАБОТЧИК  
Черемных Л.Д.

**Алгоритмы и программирование микропроцессорных систем**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика,  
профиль: Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

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

ОПК-3

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

**Знания:** терминологии и символики, которая применяется 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:** владения основными математическими методами 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 часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			1 семестр
<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)			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 1 семестре</b>	32	32	0	64
	Алгоритмы и программирование микропроцессорных систем	32	0	0	64
1	Радиофизика и микроэлектроника: предмет и основные понятия	2	0	0	2
2	Элементы теории сигналов	4	4	4	8
3	Физические принципы работы и основы технологии изготовления электронных приборов	2	4	4	6
4	Базовые компоненты электронных устройств	4	4	0	8
5	Линейные пассивные цепи	4	4	0	8
6	Усилители электрических сигналов	4	4	0	8
7	Генерирование колебаний	2	4	0	6
8	Нелинейные преобразования сигналов	4	4	0	8
9	Основы цифровой радиоэлектроники	4	4	0	8
10	Основы функциональной электроники	2	0	0	2
	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 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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

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

**Алгоритмы и программирование микропроцессорных систем**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/18455844-563b-4f06-8a62-8c9c53a7383b>

### **5.1. Литература:**

1. Першин, В. Т. Основы радиоэлектроники и схемотехники: учебное пособие / В. Т. Першин. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. — 544 с.

2. Кузовкин, В. А. Электроника: электрофиз. основы, микросхемотехника, приборы и устройства: учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. и спец. техники и технологии / В. А. Кузовкин. — Москва: Логос, 2005. — 328 с.

3. Каганов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс: учебное пособие / В. И. Каганов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2021. — 498 с. — ISBN 978-5-00091-447-2. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1413304> (дата обращения: 08.04.2022). — Режим доступа: по подписке.

4. Кучумов, А. И. Электроника и схемотехника: учеб. пособие для студ., обуч. по спец. "Компьют. безопасность" и "Комплексное обеспечение информац. безопасности автоматизир. систем"/ А. И. Кучумов. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Гелиос АРВ, 2004. — 336 с.

5. Джонс, М. Х. Электроника – практический курс: учебное пособие / М. Х. Джонс. — Москва: Постмаркет, 1999. — 528 с.

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

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

Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>

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

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

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

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

Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>

Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.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.

### **Алгоритмы и программирование микропроцессорных систем**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/18455844-563b-4f06-8a62-8c9c53a7383b>

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 естественных наук

Крековым С.А.

РАЗРАБОТЧИК

Писарев А.Д.

ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика,

профиль: Инжиниринг микро- и наносистем

форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

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

УК-1, УК-6

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны иметь:

#### Знания:

- современные операции микро- и нанотехнологии, базовые технологические процессы создания компонентов твердотельной электроники и интегральных микросхем;
- основные свойства и области применения материалов в электронной технике;
- основы твердотельной физики и микроэлектроники.

#### Умения:

- применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных, применение которых необходимо при инжиниринге микро- и наносистем.

#### Навыки:

- владеть начальными навыками работы с приборами, а также с аппаратными и программными средствами, применение которых возможно при инжиниринге микро- и наносистем.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			1 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
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 (зачет, диф. зачет, экзамен)			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	Общие сведения о проектировании и конструировании микро- и наносистем□	2	0	0	2
2	Основные задачи инжиниринга микро- и наносистем. Методы и этапы проектирования и конструирования интегральных микросхем (ИМС)	2	0	0	2
3	Интегральные резисторы и конденсаторы. Разновидности структур и топологии диффузионных резисторов.	2	0	0	2
4	Конденсаторы на основе барьерной емкости p-n переходов.	2	0	0	2
5	Интегральные диоды. Структура и топологии дискретных выпрямительных диодов.	2	0	0	2
6	Математическая модель, эквивалентная схема особенности проектирования и конструирования диодов.	2	0	0	2
7	Интегральные транзисторы	2	0	0	2
8	Проектирование и разработка топологии биполярных транзисторов	2	0	0	2
9	Проектирование и разработка топологии полевых транзисторов	2	0	0	2
10	Классификация ИМС и тенденции их развития. Задачи и проблемы разработки ИМС. Методы проектирования. Инжиниринг полупроводниковых интегральных микросхемы.	2	0	0	2
11	Схемотехническое проектирование. Топологическое проектирование ИМС. Основы КМОП технологии	2	0	0	2
12	Конструирование ИМС. Конструкции полупроводниковых ИМС и БИС.	2	0	0	2

	Тепловые режимы полупроводниковых приборов и ИМС.				
13	Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов для микросистем. Разработка и оформление конструкторской документации	2	0	0	2
14	Наноматериалы и наноструктуры.	2	0	0	2
15	Литографические методы создания наносистем	2	0	0	2
16	Наноинженерия. Сборка наносистем с помощью сканирующего зондового микроскопа. Сборка с помощью наномашин. Самосборка электронных микросхем. Наносборка углеродных нанотрубок. Наносборка с помощью лазера.	2	0	0	2
17	Лабораторная работа 1. Расчет топологии тонкопленочного резистора	0	0	4	4
18	Лабораторная работа 2. Расчет топологии тонкопленочного конденсатора	0	0	4	4
19	Лабораторная работа 3. Изучение методов расчета и проектирования топологии резисторов и конденсаторов	0	0	6	6
20	Лабораторная работа 4. Основы SPICE-моделирования линейных электрических цепей	0	0	6	6
21	Лабораторная работа 5. Изучение топологии полупроводниковых интегральных схем	0	0	6	6
22	Лабораторная работа 6. Проектирование и конструирование интегральных микросхем	0	0	6	6
		<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>64</b>

#### 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 зачета.

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

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

### 5.1. Литература:

1. Авачев А.П., Воробьева Ю.В., Мишустин В.Г., Фомин П.А. Физико-химические основы технологических процессов микро- и нанoeлектроники. Ч.1 : Методические указания. — Рязань: РИЦ РГРТУ, 2011, <https://elib.rsreu.ru/ebs/download/965> (доступ 15.05.2024г.).
2. Рыбина Н.В., Рыбин Н.Б., Кусакин Д.С. Конструирование микро- и наносистем. Проектирование топологии тонкопленочного конденсатора: Методические указания. Рязань: РИЦ РГРТУ, 2018, <https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1893> (доступ 15.05.2024г.).
3. 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.

### 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

1. Научная электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru). (дата обращения: 06.04.2024);
2. Образовательные ресурсы «Единое окно» <http://window.edu.ru/window/library> (дата обращения: 06.04.2024);
3. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/book> (дата обращения: 06.04.2024);
4. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 06.04.2024);
5. Платформа «Знаниум» <https://znanium.com/> (дата обращения: 06.04.2024).

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

Не используются.

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

MS Office, платформа для электронного обучения, специализированное ПО для моделирования и проектирования электроники.

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

Компьютерный класс, оборудованный мультимедийной системой и предназначенный для проведения занятий практического и лекционного типа. Аудитория должна быть оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер для преподавателя и компьютеры для обучающихся.

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 естественных наук  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИКИ  
Мельникова Л.В.,  
Евдаш В.М.

**Иностранный язык для академических целей**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика,  
профиль: Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

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

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

УК-4, УК-5

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

#### **Знания:**

- основных особенностей академического и профессионального коммуникативного взаимодействия (лексические, грамматические аспекты);
- лексико-грамматический материала, характерного для устной и письменной профессионально-ориентированной коммуникации;
- базовых характеристик дискуссии как особого типа академического и профессионального дискурса;
- способов убеждения, видов прямых и косвенных доказательств;
- основных особенностей культуры страны изучаемого языка и основы культуры реализации коммуникативного взаимодействия.

#### **Умения:**

- организовать академическое и профессиональное коммуникативное взаимодействия с учетом целей, задач и коммуникативной ситуации;
- применять технологию построения эффективной коммуникации, передачей профессиональной информации как в устной так и в письменной формах в рамках академического и профессионального взаимодействия;
- осуществлять выбор и применять современные информационно-коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке для академического и профессионального взаимодействия;
- участвовать в дискуссионном академическом и профессиональном общении;
- проводить анализ вербального и невербального поведения представителей страны изучаемого языка;
- использовать разнообразные стратегии для установления контакта с представителями других культур с учетом особенностей этнических групп и конфессий, преодолевать существующие стереотипы.

#### **Навыки:**

- академического и профессионального взаимодействия с учетом целей, задач и коммуникативной ситуации;
- построения эффективной коммуникации, передачи профессиональной информации в устной и в письменной формах в рамках академического и профессионального взаимодействия;
- правильного общения и взаимодействия между социальным субъектом, социальными группами, общностями и обществом в целом;
- установления контакта с представителями других культур с учетом особенностей этнических групп и конфессий;
- работы с современными информационно-коммуникативными технологиями, в том числе на иностранном языке для академического и профессионального взаимодействия.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)	
			1	2
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	2	2
	час	144	72	72
Из них:				
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		104	52	52
Лекции		0	0	0
Практические занятия		104	52	52
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		40	20	20
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Зачет	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 1 семестре</b>	0	52	0	52
	<b>Иностранный язык для академических целей (английский)</b>	0	52	0	52
1	Введение в дисциплину «ИЯ для академических целей»	0	2	0	2
2	Академическое письмо как способ коммуникации в науке	0	2	0	2
3	Степень магистра	0	2	0	2
4	Академическое письмо: простые предложения	0	2	0	2
5	Молодой исследователь	0	2	0	2

6	Академическое письмо: сложные предложения	0	2	0	2
7	Направление магистерской программы	0	2	0	2
8	Академическое письмо: абзац как базовый элемент структуры академического текста	0	2	0	2
9	Направление магистерской программы	0	2	0	2
10	Академическое письмо: виды абзацев	0	2	0	2
11	Академическое чтение	0	2	0	2
12	Академическое письмо: свойства абзаца	0	2	0	2
13	Рефлексия	0	2	0	2
14	Академическое письмо: свойства абзаца	0	2	0	2
15	Искусство публичных выступлений	0	2	0	2
16	Академическое письмо: технологии генерации идей	0	2	0	2
17	Искусство публичных выступлений	0	2	0	2
18	Академическое письмо: эссе как вид академического текста	0	2	0	2
19	Искусство публичных выступлений	0	2	0	2
20	Академическое письмо: виды эссе	0	2	0	2
21	Аргументация и убеждение	0	2	0	2
22	Академическое письмо: введение эссе	0	2	0	2
23	Аргументация и убеждение	0	2	0	2
24	Академическое письмо: заключение эссе	0	2	0	2
25	Академическое чтение	0	2	0	2
26	Рефлексия	0	2	0	2
27	Консультация	0	0	0	0
28	Зачет	0	0	0	0
	<b>Часов в 2 семестре</b>	0	52	0	52
	<b>Иностранный язык для академических целей (английский)</b>	0	52	0	52
1	Популяризация научных знаний: современные тенденции	0	2	0	2
2	Академическое письмо: научные базы данных	0	2	0	2
3	Международное сотрудничество	0	2	0	2
4	Академическое письмо: научная статья	0	2	0	2
5	Научные дискуссии: тактика и стратегии	0	2	0	2
6	Академическое письмо: структура научной статьи	0	2	0	2
7	Научные дискуссии: круглый стол	0	2	0	2
8	Академическое письмо: раздел «Методы»	0	2	0	2
9	Визуальная информация	0	2	0	2
10	Академическое письмо: разделы «Результаты» и «Дискуссия»	0	2	0	2
11	Академическое чтение	0	2	0	2
12	Академическое письмо: исследовательский вопрос	0	2	0	2

13	Рефлексия	0	2	0	2
14	Академическое письмо: метаданные научной статьи	0	2	0	2
15	Магистерская диссертация: цели и задачи	0	2	0	2
16	Академическое письмо: литературный обзор	0	2	0	2
17	Магистерская диссертация: результаты	0	2	0	2
18	Академическое письмо: научная этика	0	2	0	2
19	Академическое чтение	0	2	0	2
20	Академическое письмо: стратегии изложения текста	0	2	0	2
21	Научные конференции	0	2	0	2
22	Академическое письмо: заявки на гранты и конференции	0	2	0	2
23	Научные конференции: ролевая игра	0	2	0	2
24	Деловая переписка	0	2	0	2
25	Мои научные достижения	0	2	0	2
26	Рефлексия	0	2	0	2
27	Консультация	0	0	0	0
28	Экзамен	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	0	104	0	104

#### 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 зачета в первом семестре, экзамена во втором семестре.

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

- от 0 до 60 баллов – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

Обучающиеся, набравшие по итогам работы в первом семестре менее 61 балла, сдают зачет по дисциплине.

Зачет включает:

1. Собеседование по пройденным темам;
2. Предоставление отчетности по выполнению программных заданий в письменной форме;
3. Написание эссе (250-300 слов).

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

Обучающиеся, не набравшие достаточного количества баллов для оценки или желающие повысить экзаменационный балл во втором семестре, сдают экзамен в период экзаменационной сессии.

Содержание экзамена:

1. Презентация по результатам исследовательской работы.

2. Предоставление отчетности по выполнению программных заданий в устной/письменной форме.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1 Литература:

1. Английский язык для академических целей. English for Academic Purposes : учебное пособие для вузов / Т. А. Барановская, А. В. Захарова, Т. Б. Поспелова, Ю. А. Суворова ; под редакцией Т. А. Барановской. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 203 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18544-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535332> (дата обращения: 26.02.2024).
2. Краснощекова, Г. А. English for academic and scientific purposes : учебное пособие / Г. А. Краснощекова, Т. А. Нечаева. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. — 157 с. — ISBN 978-5-9275-2550-8. — Текст : электронный. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87391.html> (дата обращения: 20.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей можно оставить, сменить дату обращения
3. Никульшина, Н. Л. Учись писать научные статьи на английском языке : учебное пособие / Н. Л. Никульшина, О. А. Гливленкова, Т. В. Мордовина. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 172 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64609.html> (дата обращения: 19.06.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Новиков, В. К. Основы академического письма : курс лекций / В. К. Новиков. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2016. — 162 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/65670.html> (дата обращения: 19.06.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
5. Мельникова, Людмила Витальевна. English for Chemistry = Иностраный язык профессиональной коммуникации (английский): учебно-методическое пособие по английскому языку для студентов химических направлений магистратуры / Л. В. Мельникова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тюменский государственный университет, Институт математики и компьютерных наук, Кафедра иностранных языков и межкультурной профессиональной коммуникации естественнонаучных направлений. — Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1 585 Кб). — Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2014 — 70 с. — Доступ по паролю из сети Интернет (чтение). — URL:[https://library.utmn.ru/dl/PPS/Mel'nikova\\_911\\_2014.pdf](https://library.utmn.ru/dl/PPS/Mel'nikova_911_2014.pdf) (дата обращения: 20.03.2024)
6. Мельникова, Людмила Витальевна. English for Specific Purposes. Environmental Chemistry = Иностраный язык в профессиональной сфере (английский): учебно-методическое пособие по английскому языку для студентов направления 04.03.01 Химия очной формы обучения / Л. В. Мельникова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тюменский государственный университет, Кафедра иностранных языков и межкультурной профессиональной коммуникации естественно-научных направлений. — Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1 097 Кб). — Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2015 — 65 с. — Доступ по паролю из сети Интернет (чтение). — URL:[https://library.utmn.ru/dl/PPS/Mel'nikova\\_910\\_2015.pdf](https://library.utmn.ru/dl/PPS/Mel'nikova_910_2015.pdf) (дата обращения: 20.03.2024)
7. Мельникова, Людмила Витальевна. Английский язык для химико-технологических вузов и направлений: учебное пособие / Л. В. Мельникова; М-во образования и науки РФ, Тюм. гос. ун-т, Ин-т мат. и комп. наук. — Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2017 — 262 с. — 2-

Лицензионный договор № 540/2017-10-10. — Доступ по паролю из сети Интернет (чтение). — [URL:https://library.utmn.ru/dl/PPS/Melnikova\\_540\\_UP\\_2017.pdf](https://library.utmn.ru/dl/PPS/Melnikova_540_UP_2017.pdf) (дата обращения: 20.03.2024)

## **5.2 Электронные образовательные ресурсы:**

[www.writing.utoronto.ca/advice](http://www.writing.utoronto.ca/advice)

<http://learnenglishteens.britishcouncil.org/skills/writing-skills-practice>

<https://urait.ru/>

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

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

Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) <https://icdlib.nspu.ru/>

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

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

ПО Яндекс 360

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

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

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора  
Школы естественных наук  
Крековым С.А.  
РАЗРАБОТЧИК  
Мальцева О.А.

**Командообразование в проектной деятельности**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика,  
профиль: Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

**1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:** УК-2, УК-3.

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

Знания:

- основных понятия феномена командообразования с позиции социально-психологических теорий малых групп;
- феномена лидерства: отличительные черты, типы лидеров, суть основных теорий лидерства;
- лидерства как группового процесса на основе собственного опыта взаимодействия и работы в команде;
- этапности и способы принятия управленческих решений в команде при проектировании;
- критерии оценки эффективности деятельности команды и ее лидера.

Умения:

- выявлять проблемные моменты в собственной командной активности;
- осознавать собственные командные роли и стратегии руководства командой;
- использовать групповой потенциал для достижения оптимального результата;
- использовать различные способы принятия управленческих решений.

Навыки:

- конструктивной обратной связи, эффективного проведения переговоров;
- мониторинга групповой динамики и техниками работы с ней;
- техниками управления и - разрешения конфликтов, включая техники конфронтации;
- техниками ассертивности, способами принятия командных решений

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			1
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	2	2
	<b>час</b>	72	72
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		32	32
Лекции		16	16
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		16	16
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		40	40
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			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 1 семестре</b>	16	0	16	36
	Командообразование в проектной деятельности	16	0	16	36
1	Лидерство и управление	4	0	0	4
2	Исследование лидерского потенциала	0	0	4	4
3	Команда как организационно-центрированный вид групп высокого уровня развития	4	0	0	4
4	Сплоченность команды	2	0	0	2
5	Исследование собственной эффективности в командной работе	0	0	2	2
6	Конструктивность и эффективность командного взаимодействия	4	0	0	4
7	Отработка навыков конструктивного и эффективного взаимодействия в команде при проектировании	0	0	4	4
8	Психологическое айкидо	0	0	4	4
9	Принятие управленческих решений в команде при проектировании	2	0	0	2
10	Способы принятия управленческих решений в команде при проектировании	0	0	2	2
11	Консультация перед экзаменом	0	0	0	4
12	Собеседование	0	0	0	0
	Итого (ак. часов)	16	0	16	36

### 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 зачета.

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

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

### **5.1 Литература:**

1. Кузьмина Т.В. Конфликтология: учебное пособие / Кузьмина Т.В. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 65 с. — ISBN 978-5-4486-0416-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79799.html> (дата обращения: 30.04.2024). — Режим доступа: по подписке.
2. Хасанова Г.Б. Психология управления трудовым коллективом: учебное пособие / Хасанова Г.Б., Исхакова Р.Р. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. — 260 с. — ISBN 978-5-7882-1334-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/62253.html> (дата обращения: 30.04.2024). — Режим доступа: по подписке.

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

1. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» — URL: <http://window.edu.ru/library>
2. «Служба тематических толковых словарей» — URL: <http://www.glossary.ru>
3. Российский образовательный портал — URL: <http://www.school.edu.ru/>
4. Сайт Российской государственной библиотеки (г. Москва) — URL: <http://www.rsl.ru>
5. Сайт Российской национальной библиотеки (г. Санкт-Петербург) — URL: <http://www.nlr.ru>

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

- Базы данных, доступные в рамках национальной подписки
- ProQuest Dissertations & Theses Global — <https://search.proquest.com/index>
  - Журналы издательства SAGE Publication — <https://journals.sagepub.com>
  - Журналы издательства Wiley — <https://onlinelibrary.wiley.com>
  - Clarivate Analytics — Web of Science Core Collection — [https://apps.webofknowledge.com/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=](https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=)

### Российские базы данных

- Видеотека «Решение» — <https://eduvideo.online/>
- Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) — <https://icdlib.nspu.ru/>
- Национальная электронная библиотека — <https://rusneb.ru/>
- База данных ООО «ИВИС» — <https://dlib.eastview.com/browse>
- Справочная правовая система КонсультантПлюс — <http://www.consultant.ru/>
- Электронная библиотека Grebennikon — <https://grebennikon.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.

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора  
Школы естественных наук  
Черемных Л.Д.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Удовиченко С.Ю.

**Материаловедение наноструктурных материалов**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
03.04.02 Физика, направленность (профиль): Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

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

ОПК-4

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

### Материаловедение наноструктурных материалов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести:

· Знания:

- основных видов конструкционных наноматериалов; особенностей их механических, термодинамических, магнитных и электрических свойств;
- методов получения наноструктур, нанокомпозиционных материалов и нанокристаллических пленок и покрытий;
- типов пористых и аморфных конструкционных наноматериалов;
- типов нанокомпозитов и группы нанокомпозитных покрытий и как они классифицируются;
- условий формирования металлополимерных нанокомпозитов и нанокристаллических пленок и покрытий;
- технологии изготовления нанопленочных чипов и биочипов, сверхтонких углеродных и металлических фольг;
- области применения конструкционных наноматериалов.

· Умения:

- рассчитывать электросопротивление наноматериалов;
- определять зависимость коэрцитивной силы наноферромагнетиков от размера частиц;
- определять прочность нанокристаллических наноматериалов;
- отличать металлический нанокомпозит от полимерного.

Навыки:

- определять влияние структуры покрытий на термические свойства;
- применять конструкционные наноматериалы в зависимости от их назначения.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			3 семестр
<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		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		32	32
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>		80	80

### Материаловедение наноструктурных материалов

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/937102f9-44ad-4423-914d-b1c4381dcb22>

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 3 семестре</b>	32	0	32	64
	Материаловедение наноструктурных материалов	32	0	32	64
1	Структуры нанокристаллического состояния	2	0	2	2
2	Структура кластеров	2	0	2	2
3	Пористые и аморфн.наноматериалы	2	0	2	2
4	Фуллерены и нанотрубки	2	0	2	2
5	Нанокompозитные материалы	2	0	2	2
6	Нанокompозитные покрытия	2	0	2	2
7	Компактные наносистемы и композиты	2	0	2	2
8	Структура и свойства тонких пленок	2	0	2	2
9	Нанокристаллические пленки	2	0	2	2
10	Табулярные наноструктуры и пленки	2	0	2	2
11	Конструкционные материалы в промышленности	2	0	2	2
12	Конструкционные наноматериалы для приборов	2	0	2	2
13	Наносистемы и устройства	2	0	2	2
14	Материалы микро- и нанoeлектроники	2	0	2	2
15	Полупроводниковые структуры	2	0	2	2
16	Микро- и наноматериалы для исследования и лечения миокарда и мозга	2	0	2	2
-	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
	Экзамен по дисциплине "Материаловедение наноструктурных материалов"	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	0	32	64

#### Материаловедение наноструктурных материалов

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/937102f9-44ad-4423-914d-b1c4381dcb22>

#### **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 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. Наноструктурные материалы : учебное пособие / под редакцией Р. Ханнинк. — Москва : Техносфера, 2009. — 488 с. — ISBN 978-5-94836-221-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/12730.html> (дата обращения: 03.05.2024).

2. Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 179 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13938-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515169> (дата обращения: 03.05.2024).

3. Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий : монография / П. А. Витязь, А. Ф. Ильющенко, М. Л. Хейфец, С. А. Чижик. — 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: 03.05.2024).

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

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

Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>

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

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

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

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

Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>

Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.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**

#### **Материаловедение наноструктурных материалов**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/937102f9-44ad-4423-914d-b1c4381dcb22>

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.

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 естественных наук  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Иванова Н.А.

**Микро- и нанофлюидика**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
03.04.02 Физика, направленность (профиль): Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

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

ОПК-1, ОПК-2

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

Знания:

Основы микро- и нанофлюидики:

Основные принципы и концепции микро- и нанофлюидики.

История и развитие микро- и нанофлюидических технологий.

Различия между микрофлюидикой и нанофлюидикой и их специфические области применения.

Физические и химические принципы:

Основы гидродинамики на микро- и наноуровне.

Поверхностные явления и их влияние на движение жидкостей.

Взаимодействие жидкостей с поверхностями на микро- и наноуровне.

Технологии и методы:

Методы изготовления микрофлюидических устройств.

Материалы, используемые в микро- и нанофлюидике.

Современные методы моделирования и анализа микро- и нанофлюидических систем.

Применения микро- и нанофлюидики:

Биомедицинские приложения: диагностика, анализ биологических образцов и др.

Промышленные приложения: химическая синтез, анализ, и др.

Экологические и энергетические приложения.

Умения:

Проектирование и моделирование:

Проектировать микро- и нанофлюидические устройства для различных приложений.

Использовать современные программные средства для моделирования и анализа микро- и нанофлюидических систем.

Разрабатывать новые методы и технологии в области микро- и нанофлюидики.

Оценивать эффективность и устойчивость предложенных решений.

Навыки:

Технические навыки:

Навыки работы с оборудованием для микро- и нанофлюидических исследований.

Навыки изготовления микрофлюидических устройств.

Программные навыки:

Навыки использования программного обеспечения для моделирования (например, COMSOL, ANSYS).

Навыки анализа данных с использованием программ (например, MATLAB, Python).

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			1 семестр
Общая трудоемкость	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			

Микро- и нанофлюидика

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/dfe1b352-6b09-4a00-b7b2-d2370792fc12>

<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>	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 1 семестре</b>	32	0	32	64
	Микро- и нанофлюидика	32	0	32	64
1	Поверхностное натяжение жидкости. Методы измерения поверхностного натяжения.	2	0	0	2
2	Капиллярные явления. Капиллярные силы.	2	0	0	2
3	Лабораторное занятие №1	0	0	2	2
4	Лабораторное занятие №2	0	0	2	2
5	Свободная энергия поверхности. Смачивающие свойства твердых поверхностей.	2	0	0	2
6	Лабораторное занятие №3	0	0	2	2
7	Модели смачивания. Модели диссипации энергии.	2	0	0	2
8	Лабораторное занятие №4	0	0	2	2
9	Капиллярное впитывание в пористые материалы.	2	0	0	2
10	Лабораторное занятие №5	0	0	2	2
11	Межмолекулярное взаимодействие. Силы Ван дер Ваальса.	2	0	0	2

#### Микро- и нанофлюидика

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/dfe1b352-6b09-4a00-b7b2-d2370792fc12>

12	Лабораторное занятие №6	0	0	2	2
13	Силы электростатического взаимодействия.	2	0	0	2
14	Лабораторное занятие №7	0	0	2	2
15	Межфазные силы. Тонкие пленки.	2	0	0	2
16	Лабораторное занятие №8	0	0	2	2
17	Поверхностно-активные вещества.	2	0	0	2
18	Лабораторное занятие №9	0	0	2	2
19	Адсорбция ПАВ на межфазных поверхностях.	2	0	0	2
20	Лабораторное занятие №10	0	0	2	2
21	Гидродинамика течения в тонких пленках.	2	0	0	2
22	Лабораторное занятие №11	0	0	2	2
23	Течение в микроканалах произвольного сечения.	2	0	0	2
24	Лабораторное занятие №12	0	0	2	2
25	Проектирование микроканалов для лабораторий на чипе.	2	0	0	2
26	Лабораторное занятие №13	0	0	2	2
27	Динамика капель на твердых поверхностях.	2	0	0	2
28	Лабораторное занятие №14	0	0	2	2
29	Методы изготовления микрофлюидных чипов.	2	0	0	2
30	Лабораторное занятие №15	0	0	2	2
31	Явления переноса в электрических и магнитных полях.	2	0	0	2
32	Лабораторное занятие №16	0	0	2	2
33	Консультация	0	0	0	0
34	Экзамен	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	0	32	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 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. Подземная гидромеханика / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Р. Д. Каневская, В. М. Максимов. — Подземная гидромеханика, 2023-02-12. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва,

##### Микро- и нанофлюидика

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/dfe1b352-6b09-4a00-b7b2-d2370792fc12>

Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 — 488 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.02.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91980.html>>. (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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

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

Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>

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

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

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

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

Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>

Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.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.

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

УТВЕРЖДЕНО  
Заместитель директора ШЕН  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Шабиев Ф.К.

**Моделирование физических процессов в микро- и наносистемах**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
03.04.02 Физика, направленность (профиль): Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): **ОПК-4**

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

### Моделирование физических процессов в микро- и наносистемах

В результате освоения ОП выпускник должен обладать следующими компетенциям:  
- способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности (ОПК-4)

**Знать:**основные понятия, моделирования микро- и наноструктур, современную программную базу для исследования микро- и наноструктур.

**Уметь:**использовать специализированные знания в области физики микро- и наноструктур, моделировать структуру и свойства микро- и нанообъектов.

**Владеть:**навыками моделирования структуры и физико-химических свойств микро- и наносистем.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			2
<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)			Зачет

## 3. Содержание дисциплины

Таблица 2

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

### **Моделирование физических процессов в микро- и наносистемах**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/2b17b891-d2db-43cc-ba7e-cac9c2cf28be>

		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	ак. часов по теме
1	2	3	4	5	6
	<b>Часов в 2 семестре</b>	32	32	0	64
	Моделирование физических процессов в микро- и наносистемах	32	32	0	64
1	Классификация микро- и наносистем	2	0	0	2
2	Квантоворазмерные микро- и наносистемы	2	0	0	2
3	Математические модели механики микро- и наносистем	2	0	0	2
4	Математические модели динамики микро- и наносистем	2	0	0	2
5	Методы молекулярно-механического моделирования	0	4	0	4
6	От классической механики к квантовой	2	0	0	2
7	Полуэмпирические методы расчета динамики микро- и наносистем	2	0	0	2
8	Полуэмпирические методы моделирования	0	4	0	4
9	Расчеты структуры и свойств молекул систем из первых принципов (ab-initio)	2	0	0	2
10	Расчеты структуры и свойств наноразмерных систем (кластеров) из первых принципов (ab-initio) (часть 2)	2	0	0	2
11	Первопринципные методы моделирования	0	4	0	4
12	Теория функционала плотности	2	0	0	2
13	Градиентные приближения в теории функционала плотности	2	0	0	2
14	Методы функционала плотности	0	4	0	4
15	Модели кластерных систем	2	0	0	2
16	Самоорганизующиеся кластерные системы	2	0	0	2
17	Модели кластерных систем	0	4	0	4
18	Моделирование свойств микро- и наносистем	2	0	0	2
19	Механические и электропроводящие свойств микро- и наносистем	2	0	0	2
20	Моделирование свойств микро- и наносистем	0	4	0	4

### Моделирование физических процессов в микро- и наносистемах

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/2b17b891-d2db-43cc-ba7e-cac9c2cf28be>

21	Обзор программных пакетов для моделирования микро- и наносистем (часть 1)	2	0	0	2
22	Обзор программных пакетов для моделирования микро- и наносистем (часть 2)	2	0	0	2
23	Обзор программных пакетов для моделирования микро- и наносистем	0	4	0	4
24	Моделирование углеродных наноструктур	0	4	0	4
25	Консультация перед зачетом	0	0	0	0
26	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 *зачета*.

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

#### 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. — Подземная гидромеханика, 2023-02-12. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 — 488 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.02.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91980.html>>. (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

Электронно-библиотечная система Лань - <https://e.lanbook.com/>  
Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>  
Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

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

Springer - <https://rd.springer.com/>  
JSTOR - <https://www.jstor.org/>  
Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>  
Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.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

**Моделирование физических процессов в микро- и наносистемах**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/2b17b891-d2db-43cc-ba7e-cac9c2cf28be>

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 ШЕН  
Крековым С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Дружинина О.М.

**Теория и методика преподавания физики в высшей школе**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
03.04.02 Физика, направленность (профиль): Инжиниринг микро- и наносистем  
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:**

### **Теория и методика преподавания физики в высшей школе**

Компетенции обучающихся направления 03.04.02 Физика, формируемые в результате освоения данной дисциплины:

ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающиеся направления 03.04.02 Физика и должны:  
Знать:

- теоретические основные 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 особенностей коллектива, выстраивать педагогическую деятельность на уровне интеграции естественнонаучных дисциплин;

Разрабатывать планы занятий, которые должны соответствовать рабочей программе дисциплины и основываться на его стратегии; обеспечивать последовательность, поступательность материала а также междисциплинарную связь своего предмета с другими; излагать содержание нового материала ясно, логично, опираясь на опыт и знания обучающихся; способствовать развитию речи и коммуникативных способностей учащихся; демонстрировать способность отбирать и использовать соответствующие учебные ресурсы, включая информационные технологии; 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

### **Теория и методика преподавания физики в высшей школе**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/3efa13dc-c436-4e93-ae0e-fa02197f8966>

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 между 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.)
			2
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		48	48
Лекции		16	16
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>		96	96
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			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 2 семестре</b>	16	32	0	48
	Теория и методика преподавания физики в высшей школе	16	32	0	48
1	История развития высшего образования	2	0	0	2
2	Методология педагогического исследования	0	2	0	2
3	Документы регламентирующие учебный процесс в вузе	0	2	0	2
4	Высшее учебное заведение как образовательная система	2	0	0	2
5	Структура учебного процесса в вузе	0	2	0	2
6	Совершенствование форм, методов и приемов преподавания	0	2	0	2
7	Формы организации учебных занятий в вузе.	2	0	0	2
8	Совершенствование лекционного преподавания	0	2	0	2
9	Совершенствование лекционного преподавания	0	2	0	2
10	Организация самостоятельной работы студентов в процессе обучения физике	2	0	0	2
11	Совершенствование семинарских занятий	0	2	0	2
12	Совершенствование семинарских занятий.	0	2	0	2
13	Демонстрационный Эксперимент в процессе преподавания физики.	2	0	0	2
14	Совершенствование практических занятий	0	2	0	2
15	Совершенствование практических занятий	0	2	0	2
16	Электронные образовательные ресурсы по физике . Методика их применения в высшей школе	2	0	0	2
17	использование электронных ресурсов на лекциях , семинарах, практических занятиях по физике	0	2	0	2
18	Инновационные образовательные ресурсы	0	2	0	2

**Теория и методика преподавания физики в высшей школе**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/3efa13dc-c436-4e93-ae0e-fa02197f8966>

19	Особенности систематизации и обобщения знаний в высшей школе .	2	0	0	2
20	Обобщающий семинар. Коллоквиум.	0	2	0	2
21	Проектная деятельность в вузе	0	2	0	2
22	Организация контроля знаний и обратной связи со студентами в вузе	2	0	0	2
23	Методика организации контроля в процессе обучения	0	2	0	2
24	Аттестация студентов. Аттестация вуза.	0	2	0	2
25	Консультация	0	0	0	0
26	Зачет по дисциплине "Теория и методика преподавания физики в высшей школе"	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	16	32	0	48

#### **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 *зачета*.

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

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

##### **5.1 Литература:**

1. 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: 03.04.2024).

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

Электронно-библиотечная система Лань - <https://e.lanbook.com/>  
Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>  
Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

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

Springer - <https://rd.springer.com/>  
JSTOR - <https://www.jstor.org/>  
Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>  
Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.ru/>

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

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

#### **Теория и методика преподавания физики в высшей школе**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/3efa13dc-c436-4e93-ae0e-fa02197f8966>

## **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  
Заместитель директора ШЕН  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Креков С.А.

**Тепломассоперенос в микро- и наноструктурах**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
03.04.02 Физика, направленность (профиль): Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля): *ОПК-2, ОПК-4*

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

Знания:

Основные принципы теплопереноса в микро- и наноструктурах.

Законы термодинамики применительно к микро- и наноуровню.

Методы моделирования теплопереноса.

Особенности теплопроводности, конвекции и излучения в микро- и наноструктурах.

Свойства материалов, используемых в микро- и наноструктурах.

Принципы и методы экспериментального исследования теплопереноса.

Применение теплопереноса в технологиях микро- и наноструктур.

Экологические и экономические аспекты теплопереноса в микро- и наноструктурах.

Умения:

Применять законы термодинамики для анализа теплопереноса в микро- и наноструктурах.

Разрабатывать и использовать модели для описания теплопереноса.

Проводить экспериментальные исследования теплопереноса.

Анализировать и интерпретировать результаты экспериментов и моделирования.

Использовать программные средства для моделирования теплопереноса.

Разрабатывать методики и программы для исследований в области теплопереноса.

Оценивать экологические и экономические аспекты процессов теплопереноса.

Навыки:

Навыки работы с оборудованием для исследования теплопереноса.

Навыки проведения экспериментов и измерений.

Навыки анализа данных и интерпретации результатов.

Навыки работы с программным обеспечением для моделирования и анализа процессов теплопереноса.

Навыки подготовки технической документации и отчетов.

Навыки командной работы и взаимодействия с коллегами.

Навыки управления проектами и оптимизации процессов теплопереноса.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			1
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>			64
Лекции			32
Практические занятия			32

Теплоперенос в микро- и наноструктурах

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/ecc6dc33-10e6-46f7-8c67-331bae45c0c5>

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 1 семестре</b>	32	32	0	64
	Тепломассоперенос в микро- и наноструктурах	32	32	0	64
1	Введение в тепломассоперенос в микро- и наноструктурах	2	2	0	4
2	Основы термодинамики и механики жидкостей и газов	2	2	0	4
3	Теплопроводность в микро- и наноструктурах	2	2	0	4
4	Конвекция в микро- и наноструктурах	2	2	0	4
5	Тепловое излучение в микро- и наноструктурах	2	2	0	4
6	Массообмен в микро- и наноструктурах	2	2	0	4
7	Моделирование тепломассопереноса	2	2	0	4
8	Материалы для микро- и наноструктур	2	2	0	4
9	Экспериментальные методы исследования тепломассопереноса	2	2	0	4
10	Применение тепломассопереноса в полупроводниковых приборах	2	2	0	4
11	Тепломассоперенос в микроэлектромеханических системах (MEMS)	2	2	0	4
12	Тепломассоперенос в наноматериалах и наноккомпозитах	2	2	0	4

#### Тепломассоперенос в микро- и наноструктурах

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/ecc6dc33-10e6-46f7-8c67-331bae45c0c5>

13	Экологические аспекты теплопереноса в микро- и наноструктурах	2	2	0	4
14	Экономические аспекты теплопереноса в микро- и наноструктурах	2	2	0	4
15	Современные исследования и инновации в области теплопереноса	4	4	0	8
16	Консультация	0	0	0	0
17	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 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. Подземная гидромеханика / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Р. Д. Каневская, В. М. Максимов. — Подземная гидромеханика, 2023-02-12. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 — 488 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.02.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91980.html>>. (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

Электронно-библиотечная система Лань - <https://e.lanbook.com/>  
 Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>  
 Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

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

Springer - <https://rd.springer.com/>  
 JSTOR - <https://www.jstor.org/>  
 Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>  
 Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.ru/>

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

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

##### Теплоперенос в микро- и наноструктурах

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/ecc6dc33-10e6-46f7-8c67-331bae45c0c5>

## **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 естественных наук  
Крековым С.А.  
РАЗРАБОТЧИК  
Черемных Л.Д., Иванова Н.А.

**Фотоника и оптофлюидика**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика,  
профиль: Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины: *ОПК-1, ОПК-2*

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

### **Фотоника и оптофлюидика**

Знания:

Основные концепции и принципы фотоники и оптофлюидики.

Природа света и его взаимодействие с веществом.

Принципы работы фотонных устройств и их применения.

Фундаментальные законы и уравнения, описывающие поведение света.

Типы оптофлюидических устройств и их использование в различных областях.

Технологии изготовления фотонных и оптофлюидических устройств.

Методы анализа и моделирования фотонных и оптофлюидических систем.

Умения:

Проектировать и анализировать фотонные и оптофлюидические устройства.

Применять математические методы для описания и анализа фотонных явлений.

Проводить эксперименты и измерения с использованием фотонных и оптофлюидических технологий.

Интерпретировать результаты экспериментов и теоретических расчетов.

Использовать современные программные средства для моделирования фотонных и оптофлюидических систем.

Разрабатывать методики и программы для проведения практических исследований в области фотоники и оптофлюидики.

Навыки:

Навыки работы с оптическими приборами и оборудованием.

Навыки программирования для моделирования фотонных процессов (например, MATLAB, Python).

Навыки микрофлюидического манипулирования и работы с микро- и наноустройствами.

Навыки анализа данных и обработки экспериментальных результатов.

Навыки научно-исследовательской работы и подготовки научных отчетов и публикаций.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			2
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	4	4
	<b>час</b>	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	64
Лекции		32	32
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		32	32

### **Фотоника и оптофлюидика**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/8aa4e894-e623-4e26-ab92-1ba7579482a4>

<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>	80	80
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		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 2 семестре</b>	32	0	32	64
1	Введение в фотонику и оптофлюидуку.	2	0	0	2
2	Природа света: волновые и корпускулярные свойства.	0	0	2	2
3	Электромагнитная теория света.	2	0	0	2
4	Основные законы оптики.	0	0	2	2
5	Интерференция света.	2	0	0	2
6	Дифракция света.	0	0	2	2
7	Поляризация света.	2	0	0	2
8	Лазеры и их применение.	0	0	2	2
9	Оптические волокна и их использование.	2	0	0	2
10	Нелинейная оптика.	0	0	2	2
11	Фотонные кристаллы.	2	0	0	2
12	Метаматериалы и их свойства.	0	0	2	2
13	Введение в оптофлюидуку.	2	0	0	2
14	Основы микрофлюидики.	0	0	2	2
15	Оптические методы в микрофлюидике.	2	0	0	2
16	Лаборатория на чипе.	0	0	2	2
17	Биомедицинские приложения оптофлюидики.	2	0	0	2
18	Оптофлюидические сенсоры.	0	0	2	2
19	Микрофлюидические устройства для анализа и синтеза.	2	0	0	2
20	Технологии изготовления фотонных и оптофлюидических устройств.	0	0	2	2

#### Фотоника и оптофлюидика

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/8aa4e894-e623-4e26-ab92-1ba7579482a4>

21	Методы анализа фотонных систем.	2	0	0	2
22	Моделирование фотонных процессов.	0	0	2	2
23	Фотоника в телекоммуникациях.	2	0	0	2
24	Оптофлюидика в химических и биологических исследованиях.	0	0	2	2
25	Современные тенденции в фотонике и оптофлюидике.	2	0	0	2
26	Применение фотоники в промышленности.	0	0	2	2
27	Экспериментальные методы в фотонике.	2	0	0	2
28	Экспериментальные методы в оптофлюидике.	0	0	2	2
29	Перспективы развития фотоники и оптофлюидики.	2	0	0	2
30	Этические и экологические аспекты использования фотонных технологий.	0	0	2	2
31	Обзор научных исследований в области фотоники и оптофлюидики.	2	0	0	2
32	Итоговое занятие: обобщение знаний и подготовка к зачету	0	0	2	2
33	Зачет	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	0	32	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 *зачета*.

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

#### 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. — Подземная гидромеханика, 2023-02-12. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 — 488 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.02.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91980.html>>. (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

Электронно-библиотечная система Лань - <https://e.lanbook.com/>  
 Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>  
 Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

#### Фотоника и оптофлюидика

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/8aa4e894-e623-4e26-ab92-1ba7579482a4>

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

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

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

Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>

Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.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.

УТВЕРЖДЕНО  
Заместитель директора ШЕН  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Удовиченко С.Ю.

**Инжиниринг чипов**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
03.04.02 Физика, направленность (профиль): Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

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

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

### Инжиниринг чипов

Компетенции обучающихся направления 03.04.02 Физика, формируемые в результате освоения данной дисциплины:

ПК-2: Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем.

Индикаторы достижения компетенции:

Знание методов изготовления и исследования микрофлюидного и мемристорного чипов.

Умение изготавливать микрочипы и исследовать их с помощью аналитического оборудования.

Навыки:

проведения инжиниринга на основе знаний в области микрофлюидики, физики наноструктур и микроэлектроники;

выбора наноматериалов для инжиниринга;

подбора приборной базы, в том числе сложного технологического оборудования и аналитического оборудования для исследования изготовленных устройств;

анализа эффективности устройств, созданных на основе микро- и наноматериалов;

разработки рекомендаций по использованию устройств на основе микро- наноматериалов.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			3
Общая трудоемкость	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		48	48
Лекции		16	16
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>		96	96
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Зачет

### Инжиниринг чипов

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/4918c808-e63b-4829-8be1-c99209ce298d>

### 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 3 семестре</b>	16	32	0	48
	<b>Инжиниринг чипов</b>	16	32	0	48
1	Методы изготовления микрофлюидного чипа и его наладки на стенде (часть 1)	2	0	0	2
2	Методы изготовления микрофлюидного чипа и его наладки на стенде (часть 2)	2	0	0	2
3	Изготовление микрофлюидного чипа	0	4	0	4
4	Методы исследования работоспособности микрофлюидного чипа (часть 1)	2	0	0	2
5	Методы исследования работоспособности микрофлюидного чипа (часть 2)	2	0	0	2
6	Наладка на стенде микрофлюидного чипа	0	4	0	4
7	Тестирование характеристик микрофлюидного чипа	0	4	0	4
8	Исследование фильтрации и проницаемости углеводов в микроканалах	0	4	0	4
9	Метод изготовления маски на электронном микроскопе	2	0	0	2
10	Изготовление маски на электронном микроскопе	0	4	0	4
11	Изготовление маски на электронном микроскопе	0	2	0	2
12	Методы изготовления многослойной структуры мемристорного кроссбара	2	0	0	2
13	Изготовление многослойной структуры мемристорного кроссбара	0	4	0	4
14	Изготовление многослойной структуры мемристорного кроссбара	0	2	0	2

#### Инжиниринг чипов

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/4918c808-e63b-4829-8be1-c99209ce298d>

15	Методы исследования состава, структуры и электрических характеристик мемристорного кроссбара (часть 1)	2	0	0	2
16	Методы исследования состава, структуры и электрических характеристик мемристорного кроссбара (часть 2)	2	0	0	2
17	Исследование состава, структуры и электрических характеристик мемристорного кроссбара	0	4	0	4
18	Консультация перед зачетом	0	0	0	0
19	Зачет по дисциплине "Инжиниринг чипов"	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	16	32	0	48

#### 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 зачета.

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

#### 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. — Подземная гидромеханика, 2023-02-12. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 — 488 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.02.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91980.html>>. (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

Электронно-библиотечная система Лань - <https://e.lanbook.com/>  
 Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>  
 Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

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

Springer - <https://rd.springer.com/>  
 JSTOR - <https://www.jstor.org/>  
 Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>  
 Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.ru/>

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

##### Инжиниринг чипов

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/4918c808-e63b-4829-8be1-c99209ce298d>

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  
Заместитель директора ШЕН  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Креков С.А.

**Ключевые процессы изготовления полупроводниковых структур**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
03.04.02 Физика, направленность (профиль): Инжиниринг микро- и наносистем  
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:

Знания:

Основные этапы и методы производства полупроводниковых структур.

Материалы, используемые в полупроводниковой промышленности.

Принципы и методы фотолитографии.

Процессы травления и осаждения.

Методы допирования и формирования слоев.

Технологии сборки и упаковки полупроводниковых структур.

Методы тестирования и контроля качества.

Современные тенденции и инновации в полупроводниковой промышленности.

Умения:

Применять методы и технологии для анализа и оптимизации процессов производства полупроводниковых структур.

Использовать фотолитографические процессы для создания микроструктур.

Проводить процессы травления, осаждения и допирования.

Осуществлять сборку и упаковку полупроводниковых структур.

Проводить тестирование и контроль качества полупроводниковых структур.

Анализировать результаты тестирования и выявлять дефекты.

Разрабатывать методики для улучшения технологических процессов.

Навыки:

Навыки работы с оборудованием для производства полупроводниковых структур.

Навыки проведения экспериментов и измерений.

Навыки анализа данных и интерпретации результатов.

Навыки работы с программным обеспечением для моделирования и анализа процессов.

Навыки подготовки технической документации.

Навыки командной работы и взаимодействия с коллегами.

Навыки управления проектами и оптимизации технологических процессов.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)	
			2	3
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	2	2
	час	144	72	72
Из них:				
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		64	32	32
Лекции		32	16	16
Практические занятия		32	16	16
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0	0

**Ключевые процессы изготовления полупроводниковых структур**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/5572241f-2a38-4192-9a82-f12fc4278568>

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/ff7f6f31-2b4f-48de-8023-abbff7bf2c31>

<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>	80	40	40
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Зачет	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 2 семестре</b>	16	16	0	32
	Ключевые процессы изготовления полупроводниковых структур (семестр 2)	16	16	0	32
1	Введение в производство полупроводниковых структур	2	2	0	4
2	Материалы для полупроводниковых структур	2	2	0	4
3	Подготовка подложек	2	2	0	4
4	Фотолитография	2	2	0	4
5	Ионная имплантация и диффузия	2	2	0	4
6	Травление полупроводников	2	2	0	4
7	Осаждение тонких пленок	2	2	0	4
8	Металлоизация и создание контактов	2	2	0	4
9	Зачет по дисциплине	0	0	0	0
	<b>Часов в 3 семестре</b>	16	16	0	32
	Ключевые процессы изготовления полупроводниковых структур (семестр 3)	16	16	0	32
10	Сборка и упаковка полупроводниковых структур	2	2	0	4
11	Теплоотвод и термоуправление в полупроводниках	2	2	0	4
12	Тестирование и контроль качества	2	2	0	4

#### **Ключевые процессы изготовления полупроводниковых структур**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/5572241f-2a38-4192-9a82-f12fc4278568>

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/ff7f6f31-2b4f-48de-8023-abbff7bf2c31>

13	Дефекты и проблемы в производстве полупроводниковых структур	2	2	0	4
14	Автоматизация процессов производства	2	2	0	4
15	Экологические и экономические аспекты производства	2	2	0	4
16	Современные исследования и инновации	4	4	0	8
17	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 *зачета по результатам 2 и 3 семестра обучения*

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

#### 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. — Подземная гидромеханика, 2023-02-12. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 — 488 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.02.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91980.html>>. (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

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

Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>

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

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

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

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

Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>

Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.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

##### Ключевые процессы изготовления полупроводниковых структур

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/5572241f-2a38-4192-9a82-f12fc4278568>

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/ff7f6f31-2b4f-48de-8023-abbff7bf2c31>

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.

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

**Ключевые процессы изготовления полупроводниковых структур**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/5572241f-2a38-4192-9a82-f12fc4278568>

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/ff7f6f31-2b4f-48de-8023-abbff7bf2c31>

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО  
Заместителем директора  
Школы естественных наук  
Крековым С.А.  
РАЗРАБОТЧИК  
Писарев А.Д.

НЕЙРОЭЛЕКТРОНИКА  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика,  
профиль: Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

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

ПК-2

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

В результате освоения дисциплины "Нейроэлектроника" обучающиеся должны иметь:

#### 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 часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			3 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	4	4
	<b>час</b>	144	144
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 (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
1	Введение в современные направления развития нейроморфной наноэлектроники	2	0	0	2
2	Нейроморфные системы и сигналы	2	0	0	2
3	Базовые компоненты микро- и наноэлектроники для нейроморфных систем	2	0	0	2
4	Моделирование работы компонентов нейроморфной наноэлектроники	2	0	0	2
5	Основные понятия и законы цифровой логики	2	0	0	2
6	Лабораторная работа 1. Моделирование электронных компонент на основе обучаемых наноматериалов	0	0	2	2
7	Лабораторная работа 1. Моделирование электронных компонент на основе обучаемых наноматериалов	0	0	2	2
8	Основы работы дизайнера схемотехники, конструкции и топологии изделий СБИС для нейроморфной наноэлектроники	2	0	0	2
9	Лабораторная работа 2. SPICE-моделирование электрических цепей в биоморфных системах	0	0	2	2

10	Лабораторная работа 2. SPICE-моделирование электрических цепей в биоморфных системах	0	0	2	2
11	Основные определения процессорной техники	2	0	0	2
12	Лабораторная работа 3. Базовые интегральные элементы схемотехники нейропроцессора: диод, транзистор и мемристор	0	0	2	2
13	Лабораторная работа 3. Базовые интегральные элементы схемотехники нейропроцессора: диод, транзистор и мемристор	0	0	2	2
14	Основы программирования микропроцессорной техники	2	0	0	2
15	Лабораторная работа 4. Интегральные логические вентили и транзисторные ключи для биоморфных интегральных схем	0	0	2	2
16	Типовые модули процессора	2	0	0	2
17	Лабораторная работа 5. Составление таблиц истинности и алгебраических форм логических матриц	0	0	2	2
18	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	2	0	0	2
19	Лабораторная работа 6. Интегрированная среда разработки микропроцессорной техники	0	0	2	2
20	Методы цифровой обработки и фильтрации сигналов	2	0	0	2
21	Лабораторная работа 7. Программирование стандартных интерфейсов передачи данных	0	0	2	2
22	Основы аппаратного программирования на уровне регистровых передач	2	0	0	2
23	Лабораторная работа 8. Изучение работы АЦП, ЦАП и ШИМ	0	0	2	2
24	Биоморфный подход в обработке информации	2	0	0	2
25	Лабораторная работа 9. Генератор биоморфных импульсов	0	0	2	2
26	Моделирование нейронных сетей	2	0	0	2
27	Лабораторная работа 10. Фильтрация данных в биоморфных системах	0	0	2	2
28	Биоморфный подход к аппаратному воплощению нейросетей	2	0	0	2
29	Лабораторная работа 11. Моделирование мемристорного интегратора	0	0	2	2
30	Физические основы биоморфного	2	0	0	2

	нейропроцессора Модель и техническая реализация самообучения в биоморфном нейропроцессоре на основе мемристорно-диодного кроссбара				
31	Лабораторная работа 12. Биоморфная нейросеть	0	0	2	2
32	Лабораторная работа 13. Изучение макета биоморфного нейропроцессора	0	0	2	2
33	Дифференцированный зачет	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	16	0	32	48

### Содержание дисциплины по темам:

#### Тема 1

Общение с аудиторией на тему: мозг человека как физическая система обработки информации, не имеющая технических аналогов по энергоэффективности и быстродействию, способная к генерации нового знания. Характеристики поколений искусственных нейронных сетей. Обоснование необходимости природоподобного инжиниринга для создания систем обработки и генерации информации, повышающих эффективность деятельности человека.

#### Тема 2

Основные понятия теории сигналов и систем. Кодирование сигналов и принцип обработки информации в нейронных сетях. Существующие аппаратные реализации типовых нейросетевых задач. Представления об архитектуре нейронных сетей на разных уровнях биоморфности. Обоснование необходимости природоподобного инжиниринга для создания систем обработки и генерации информации, повышающих эффективность деятельности человека.

#### Тема 3

Общие сведения о технологиях изготовления полупроводниковых микро- и наноэлектронных компонентов, в том числе на основе обучаемых наноматериалов. Классификация электронных компонентов по функциональности и степени интеграции.

#### Тема 4

TCAD как современная среда для моделирования электронных компонентов. Понятие SPICE-моделирования электрических цепей. Физические и схемотехнические модели мемристоров. Анализ типовых схем обработки сигналов. Шумы, помехи, утечки, наводки, наблюдаемые в компонентах наноэлектроники.

#### Тема 5

Транзисторные реализации логических функций. Формализация комбинационной логики. Последовательностная логика. Типы синхронных, асинхронных, статических и динамических триггеров. Счетчики и регистры.

#### Тема 6

Знакомство с устройством КМОП-структуры, слои металлизации сигнальных проводников и шин, межуровневые контакты. Интеграция в СБИС обучаемых наноматериалов. Фотолитография как ключевой технологический процесс в производстве СБИС. Маршрут логического синтеза и основы анализа работоспособности цифровых СБИС.

#### Тема 7

Понятие цифровые конечные и бесконечные автоматы. Система электрического питания и сброса, модуль тактирования. Организация памяти и способы адресации. Регистры общего и специального назначения: счётчик команд, аккумулятор, регистр статуса, система команд. Устройство цифрового ввода-вывода данных. Классификация микропроцессоров и микроконтроллеров.

**Тема 8**

Понятие «интегрированная среда разработки» (IDE). Обзор языков для программирования микропроцессорной техники. Базовые приёмы низкоуровневого программирования процессоров на языке ассемблер. Основные средства и подходы отладки микропроцессорных программ.

**Тема 9**

Базовые периферийные модули МК: таймер/счётчик. Система прерываний. Указатель стека. Классификация и применение стандартных интерфейсов передачи данных. Работа встроенных модулей интерфейсов UART, I2C, SPI.

**Тема 10**

Классификация, устройство и принцип работы преобразователей. Параметры и характеристики преобразователей. Типовые схемы преобразователей.

**Тема 11**

Фурье преобразование и спектры основных сигналов. Задачи выделения полезного сигнала, классификация, определения спектрального состава, кодирование/декодирование, детектирование, уплотнение/разуплотнение. Понятие о дискретизации и квантовании сигналов, теорема Котельникова–Найквиста. Использование цифровых сигнальных процессоров (DSP) в задачах обработки информации. Косинусное преобразование для цифровой обработки изображений. Цифровые фильтры и синтез звуковых сигналов.

**Тема 12**

Языки описания аппаратуры Verilog и VHDL. Программируемые матрицы цифровых вентилей (FPGA). Особенности устройства тензорных процессоров (TPU).

Учебно-исследовательская лабораторная работа

Ознакомление с принципами построения, работой блоков преобразователей аналоговых и дискретных сигналов (аналого-цифровое преобразование, цифро-аналоговое преобразование и широтно-импульсная модуляция), а также с методами измерения их основных характеристик.

**Тема 13**

Импульсные сигналы, биологические спайки, паттерны. Нейронное кодирование информации. Временное, частотное, популяционное кодирование информации. Функциональное отличие, устройство и принцип работы нейропроцессора. Сравнение энергоэффективности и быстродействия процессорных систем.

**Тема 14**

Формализованные модели нейронов, персептроны и сети на их основе для слабого искусственного интеллекта. Сложные физико-математические модели биологических нейронов и нейросетей.

**Тема 15**

Особенности работы компонентов, на основе обучаемых наноматериалов. Принципы реализации программируемой логики в сверхбольших кроссбарах на основе обучаемых наноматериалов. Интегральные схемы специального назначения (ASIC) для реализаций искусственного интеллекта.

**Тема 16**

Концепция нейропроцессора. Биоморфная нейросеть. Логическая и запоминающая матрицы. Устройство интерфейсов и периферийных блоков нейроморфной системы. Импульсное

кодирование информации. Этапы природовдохновлённого инжиниринга простой когнитивной функции биологического мозга

### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 1**

Ознакомление с компьютерной средой математического и электрофизического моделирования, изучение основных принципов технологических процессов при моделировании маршрута формирования интегральных наноразмерных структур, в том числе на основе обучаемых наноматериалов.

### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 2**

Ознакомление с компьютерной средой математического и электрофизического моделирования, изучение основных принципов технологических процессов при моделировании маршрута формирования интегральных наноразмерных структур, в том числе на основе обучаемых наноматериалов.

### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 3**

Изучение основных принципов моделирования электрических цепей в программном симуляторе интегральных схем SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) с акцентом на исследовательских и конструкторских работах биоморфных систем, содержащих резистивные электрические цепи, цепи с нелинейными элементами, цепи со статическим гистерезисом на вольт-амперной характеристике.

### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 4**

Изучение основных принципов моделирования электрических цепей в программном симуляторе интегральных схем SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) с акцентом на исследовательских и конструкторских работах биоморфных систем, содержащих резистивные электрические цепи, цепи с нелинейными элементами, цепи со статическим гистерезисом на вольт-амперной характеристике.

### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 5**

Освоение методов формализации работы сложных логических устройств.

### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 6**

Изучение электрофизических характеристик, ознакомление с конструкцией базовых элементов схемотехники интегральных микросхем и освоение типовых применений для решения задач нейроморфной обработки информации.

### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 7**

Изучение электрофизических характеристик, ознакомление с конструкцией базовых элементов схемотехники интегральных микросхем и освоение типовых применений для решения задач нейроморфной обработки информации.

### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 8**

Изучение устройства и приёмов использования логических вентилях и транзисторных ключей в биоморфных интегральных схемах, созданных на основе: комбинированного мемристорно-диодного кроссбара, аналогового мультиплексора и цифровых электронных компонентов (триггера, счетчика, регистра, сумматора).

### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 9**

Изучение назначения и состава интегрированной среды разработки микропроцессорной техники, получение начального умения низкоуровневого программирования, приобретение практического навыка выполнения тестовой прошивки.

#### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 10**

Изучение структуры, схемы подключения и особенностей работы портов микропроцессора, ознакомление с принципом программирования ввода-вывода дискретных сигналов, практическое исследование аппаратной работы дискретных входов и выходов.

#### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 11**

Изучение работы входного и выходного блоков нейропроцессора, предназначенных соответственно для кодирования и декодирования биоподобных сигналов, представляющих собой импульсные последовательности, формируемые программно-управляемым генератором; программирование ввода-вывода импульсных сигналов в мемристорных кроссбарах.

#### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 12**

Исследование возможности фильтрации передаваемых данных и работы с функциями информационного преобразования в импульсной биоморфной сети для реализации информационного фильтра во входном блоке нейропроцессора.

#### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 13**

Изучение работы мемристора в электрической схеме путём моделирования интегральной формулы, описывающей его работу как изменение состояния в зависимости от протекающего тока, и численных моделей, описывающих экспериментальный гистерезис образцов обучаемых материалов.

#### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 14**

Получение навыков практической реализации и обучения биоморфной нейронной сети для решения задач машинного обучения, а также создание структурных схем и моделей работы фрагмента кортикальной колонки мозга с ассоциативным мышлением.

#### **Учебно-исследовательская лабораторная работа 15**

Исследование импульсных сигналов в аппаратной нейроморфной сети, реализованной на базе макета биоморфного нейропроцессора.

### **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 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. Писарев, А. Д., Удовиченко, С. Ю. Биоморфный нейροпроцессор на основе наноразмерного комбинированного мемристорно-диодного кроссбара / А. Д. Писарев, С. Ю. Удовиченко. — Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-94836-635-7.
2. 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.
3. 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.

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

1. Научная электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru). (дата обращения: 06.04.2024);
2. Образовательные ресурсы «Единое окно» <http://window.edu.ru/window/library> (дата обращения: 06.04.2024);
3. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/book> (дата обращения: 06.04.2024);
4. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 06.04.2024);
5. Платформа «Знаниум» <https://znanium.com/> (дата обращения: 06.04.2024).

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

Не используются.

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

MS Office, платформа для электронного обучения, специализированное ПО для моделирования и проектирования электроники.

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

Компьютерный класс, оборудованный мультимедийной системой и предназначенный для проведения занятий практического и лекционного типа. Аудитория должна быть оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер для преподавателя и компьютеры для обучающихся.

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 естественных наук

Крековым С.А.

РАЗРАБОТЧИК

Писарев А.Д.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ И АНАЛОГОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика,

профиль: Инжиниринг микро- и наносистем

форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

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

ПК-1, УК-1

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

В результате освоения дисциплины " Проектирование цифровой и аналоговой электроники" обучающиеся должны иметь:

**Знания:**

- современной элементной базы дискретной и интегральной электроники;
- принципов работы типовых электронных схем;
- основных методов моделирования и проектирования цифровой и аналоговой электроники.

**Умения:**

- оценивать возможности применения электронных компонентов на основе понимания принципов их работы;
- осуществлять моделирование электрических цепей, содержащие современные компоненты дискретной и интегральной электроники;
- интегрировать знания в области проектирования цифровой и аналоговой электроники с другими научно-техническими областями.

**Навыки:**

- анализа работы электронных схем, содержащих современные компоненты дискретной и интегральной электроники;
- разработки и эксплуатации аналоговых и цифровых электронных схем.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			2 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
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 (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
1	Введение в предмет: «Проектирование цифровой и аналоговой электроники».	2	0	0	2
2	Основные понятия цифровой логики. Транзисторные реализации логических функций.	2	0	0	2
3	Практическое занятие 1. Изучение цифровых логических элементов	0	0	4	4
4	Комбинационная логика.	2	0	0	2
5	Последовательностная (секвенциальная) логика.	2	0	0	2
6	Практическое занятие 2. Исследование цифрового триггера и счетчика	0	0	4	4
7	Программируемая логика.	2	0	0	2
8	Основные определения микропроцессорной техники.	2	0	0	2
9	Практическое занятие 3. Исследование двоичного сумматора.	0	0	4	4
10	Понятие интегрированной среды разработки микропроцессорной техники.	2	0	0	2
11	Архитектура микропроцессора.	2	0	0	2
12	Практическое занятие 4. Изучение интегрированной среды разработки микропроцессорной техники.	0	0	4	4
13	Базовые блоки микроконтроллера.	2	0	0	2
14	Основные периферийные модули микроконтроллера.	2	0	0	2
15	Практическое занятие 5. Программирование ввода-вывода цифрового сигнала.	0	0	4	4
16	Система прерываний микроконтроллера.	2	0	0	2
17	Классификация, устройство и области применения стандартных интерфейсов передачи данных.	2	0	0	2
18	Практическое занятие 6. Программирование модуля прерываний.	0	0	4	4
19	Основные понятия спектральной теории сигналов.	2	0	0	2

20	Классификация, устройство и принцип работы микросхем для цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования.	2	0	0	2
21	Практическое занятие 7. Программирование стандартных интерфейсов передачи данных	0	0	4	4
22	Операционные усилители и компараторы аналоговых сигналов.	2	0	0	2
23	Понятие спектра электрических сигналов.	2	0	0	2
24	Практическое занятие 8. Изучение аналого-цифровых преобразователей (АЦП) и цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП).	0	0	4	4
25	Экзамен	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	32	0	32	64

### Содержание дисциплины по темам:

#### **Тема 1. Введение в предмет: «Проектирование цифровой и аналоговой электроники».**

Общие сведения о технологии изготовления электронной аппаратуры и полупроводниковых микро- и нанoeлектронных компонентов. Современные направления развития электронной и микросистемной техники.

Классификация электронных компонентов по функциональности и степени интеграции.

#### **Тема 2. Основные понятия цифровой логики. Транзисторные реализации логических функций.**

Таблицы истинности базовых цифровых функций. Даются понятия: инверсия (НЕ), конъюнкция (И), дизъюнкция (ИЛИ), исключающее «ИЛИ», стрелка Пирса (ИЛИ-НЕ), штрих Шеффера (И-НЕ). Закон двойного отрицания, дистрибутивность, закон де Моргана. Принцип действия транзисторного ключа, виды логики, основные преимущества и недостатки КМОП-логики по сравнению с ТТЛ, основные параметры логических элементов, структурные схемы логических элементов на основе ТТЛ и КМОП-логики, основы составления таблиц истинности для логических элементов, схемные обозначения логических элементов.

#### **Тема 3. Комбинационная логика.**

Нормальные формы в логике. Применение комбинационных цифровых интегральных микросхем малой и средней степени интеграции. Декодер, мультиплексор, сумматор.

#### **Тема 4. Последовательностная (секвенциальная) логика.**

Базовое устройство триггеров на примере RS-триггера. Типы синхронных, асинхронных, статических и динамических триггеров. Типы синхронных, асинхронных, статических и динамических триггеров. Отличие последовательностных (секвенциальных) схем от комбинационных, триггеры (принцип работы, устройство, виды, схемы), отличия таблицы истинности триггеров, цифровые счетчики (устройства, разновидности, способы счёта и разрядность) основные преимущества синхронных счетчиков по сравнению с асинхронными.

#### **Тема 5. Программируемая логика.**

Счётчики и регистры, в том числе, как базовые компоненты программируемых цифровых микросхем сверхвысокой степени интеграции. Арифметико-логическое устройство (АЛУ).

#### **Тема 6. Основные определения микропроцессорной техники.**

Понятия конечного автомата и машины Тьюринга в теории алгоритмов. Классификация микропроцессоров (МП) и микроконтроллеров (МК). Функциональное устройство и принцип работы типового МП.

#### **Тема 7. Понятие интегрированной среды разработки микропроцессорной техники.**

Представляется характеристика основных программных модулей и функций интегрированной среды разработки микропроцессорной техники.

#### **Тема 8. Архитектура микропроцессора.**

Организация памяти. Система электрического питания и сброса, модуль тактирования. Счётчик команд, система команд и регистр статуса.

#### **Тема 9. Базовые блоки микроконтроллера.**

Устройство цифрового ввода-вывода данных. Принцип работы и способы программирования ввода-вывода цифрового сигнала.

#### **Тема 10. Основные периферийные модули микроконтроллера.**

Работа с импульсными и цифровыми сигналами. Таймер, счётчик, широтно-импульсный модулятор (ШИМ). Устройство, принцип работы и способы программирования периферийных модулей микроконтроллера.

#### **Тема 11. Система прерываний микроконтроллера.**

Устройство, принцип работы и способы программирование модуля прерываний.

#### **Тема 12. Классификация, устройство и области применения стандартных интерфейсов передачи данных.**

Устройство, принцип работы и способы программирования стандартных интерфейсов передачи данных UART, I2C, SPI.

#### **Тема 13. Основные понятия спектральной теории сигналов.**

Классификация шумов, явление наводки напряжения и электромагнитные помехи.

#### **Тема 14. Классификация, устройство и принцип работы микросхем для цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования.**

Основные понятия, характеризующие аналого-цифровые преобразования. Методы цифровой обработки и фильтрации сигналов.

#### **Тема 16. Операционные усилители и компараторы аналоговых сигналов.**

Внутреннее устройство и правила работы операционных усилителей. Основные электрические схемы на основе операционных усилителей. Усилитель, интегратор, логарифматор, активный фильтр на операционных усилителях.

#### **Тема 17. Понятие спектра электрических сигналов.**

Фурье преобразования. Спектры периодических и непериодических сигналов. Понятия: сигнал, помеха, шум. Шумы и помехи в электрических цепях. Активные фильтры аналоговых сигналов на операционных усилителях. Цифровая и аналоговая обработка сигналов. Краткая характеристика методов цифровой обработки и фильтрации сигналов.

### **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 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. Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2010. - 832 с. - (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0417-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1768243> (дата обращения: 07.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для вузов / А. М. Сажнев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 139 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10883-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492264> (дата обращения: 07.04.2024).
3. Щука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника : учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов ; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490607> (дата обращения: 07.04.2024).
4. Аминев, А. В. Измерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие для вузов / А. В. Аминев, А. В. Блохин ; под общей редакцией А. В. Блохина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 223 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05138-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493360> (дата обращения: 07.04.2024).

### Дополнительная литература:

1. Королев, М. А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : в 2 ч. Ч. 1 : Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование : учебное пособие / М. А. Королев, Т. Ю. Крупкина, М. А. Ревелева ; под общ. ред. Ю. А. Чаплыгина. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 400 с. - ISBN 978-5-00101-814-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1201961> (дата обращения: 07.04.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Батоврин, В. К. LabVIEW: практикум по электронике и микропроцессорной технике : учебное пособие для вузов / В. К. Батоврин, А. С. Бессонов, В. В. Мошкин. - Москва : ДМК Пресс, 2010. - 182 с. : ил. - ISBN 5-94074-204-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/406827> (дата обращения: 07.04.2024). – Режим доступа: по подписке.
3. Огородников, И. Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3 : учебное пособие для вузов / И. Н. Огородников. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 116 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08420-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492216> (дата обращения: 07.04.2024).
4. Гатчин Ю.А., Ткалич В.Л., Виволанцев А.С., Дудников Е.А. Введение в микроэлектронику: Учебное пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. - 114 с.; [Электронный ресурс]. — URL: <http://window.edu.ru/resource/425/70425/files/itmo457.pdf> (дата обращения: 07.04.2024).

### 5.2. Электронные образовательные ресурсы:

1. Научная электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru). (дата обращения: 06.04.2024);
2. Образовательные ресурсы «Единое окно» <http://window.edu.ru/window/library> (дата обращения: 06.04.2024);
3. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/book> (дата обращения: 06.04.2024);
4. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 06.04.2024);
5. Платформа «Знаниум» <https://znanium.com/> (дата обращения: 06.04.2024).

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

Не используются.

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

MS Office, платформа для электронного обучения, специализированное ПО для моделирования и проектирования электроники.

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

Компьютерный класс, оборудованный мультимедийной системой и предназначенный для проведения занятий практического и лекционного типа. Аудитория должна быть оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер для преподавателя и компьютеры для обучающихся.

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

УТВЕРЖДЕНО  
Заместитель директора ШЕН  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Креков С.А.

**Система автоматизированного проектирования**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
03.04.02 Физика, направленность (профиль): Инжиниринг микро- и наносистем  
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:

Знания:

Основные концепции и принципы автоматизированного проектирования.

Архитектура и компоненты САПР.

Методы и техники моделирования и симуляции.

Программное обеспечение для САПР и его возможности.

Форматы файлов и стандарты в САПР.

Принципы 2D и 3D проектирования.

Методы анализа и оптимизации проектных решений.

Современные тенденции и инновации в области САПР.

Умения:

Применять основные концепции и принципы САПР для решения проектных задач.

Использовать программное обеспечение для создания 2D и 3D моделей.

Проводить моделирование и симуляцию инженерных систем.

Анализировать и оптимизировать проектные решения.

Разрабатывать и использовать библиотеку компонентов.

Интерпретировать результаты симуляции и вносить необходимые коррективы.

Документировать проектные решения и готовить технические отчеты.

Навыки:

Навыки работы с программным обеспечением для САПР (AutoCAD, SolidWorks, CATIA, и др.).

Навыки создания и редактирования 2D и 3D моделей.

Навыки проведения инженерных расчетов и анализа.

Навыки моделирования и симуляции сложных систем.

Навыки подготовки технической документации и чертежей.

Навыки командной работы и управления проектами.

Навыки использования стандартов и форматов файлов в САПР.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			3
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	4	4
	<b>час</b>	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		48	48
Лекции		16	16
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0

Система автоматизированного проектирования

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/204d5edc-85eb-4ec1-8603-5408e5d17a5a>

<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>	96	96
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		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 3 семестре</b>	16	32	0	48
	Система автоматизированного проектирования	16	32	0	48
1	Введение в системы автоматизированного проектирования (САПР)	2	0	0	2
2	Архитектура и компоненты САПР	0	4	0	4
3	Основы 2D проектирования	2	0	0	2
4	Основы 3D проектирования	0	4	0	4
5	Программное обеспечение для САПР	2	0	0	2
6	Моделирование и симуляция в САПР	0	4	0	4
7	Форматы файлов и стандарты в САПР	2	0	0	2
8	Методы анализа и оптимизации проектных решений	0	4	0	4
9	Библиотеки компонентов и их использование	2	0	0	2
10	Инженерные расчеты и анализ в САПР	0	4	0	4
11	Документирование проектных решений	2	0	0	2
12	Современные подходы к проектированию в САПР	0	4	0	4
13	Интеграция САПР с другими системами	2	0	0	2
14	Примеры успешных проектов с использованием САПР	0	4	0	4
15	Современные тенденции и инновации в области САПР	2	4	0	6

#### Система автоматизированного проектирования

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/204d5edc-85eb-4ec1-8603-5408e5d17a5a>

16	Зачет по дисциплине	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	16	32	0	48

#### 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 *зачета*.

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

#### 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. — Подземная гидромеханика, 2023-02-12. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 — 488 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.02.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91980.html>>. (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

Электронно-библиотечная система Лань - <https://e.lanbook.com/>  
Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>  
Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

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

Springer - <https://rd.springer.com/>  
JSTOR - <https://www.jstor.org/>  
Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>  
Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.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.

#### Система автоматизированного проектирования

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/204d5edc-85eb-4ec1-8603-5408e5d17a5a>

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 ШЕН  
Крековым С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Креков С.А.

**Стадии производства и тестирования чипа**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
03.04.02 Физика, направленность (профиль): Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

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

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

Знания:

Основные этапы производства чипов.

Материалы и технологии, используемые в производстве чипов.

Принципы фотолитографии и других методов формирования микроструктур.

Методы допирования и формирования слоев в полупроводниках.

Технологии сборки и упаковки чипов.

Принципы и методы тестирования чипов на всех стадиях производства.

Основные дефекты и проблемы, возникающие при производстве чипов, и методы их устранения.

Современные тенденции и инновации в производстве чипов.

Умения:

Применять знания о материалах и технологиях для анализа и оптимизации процессов производства чипов.

Разрабатывать и использовать методики фотолитографии и других методов формирования микроструктур.

Проводить процессы допирования и формирования слоев в полупроводниках.

Осуществлять сборку и упаковку чипов.

Проводить тестирование чипов на всех стадиях производства.

Анализировать и интерпретировать результаты тестирования.

Разрабатывать методики для устранения дефектов и проблем в процессе производства чипов.

Навыки:

Навыки работы с оборудованием для производства чипов.

Навыки проведения экспериментов и измерений в лабораторных условиях.

Навыки анализа данных и интерпретации результатов экспериментов.

Навыки работы с программным обеспечением для моделирования и анализа процессов производства чипов.

Навыки подготовки технической документации и отчетов.

Навыки командной работы и взаимодействия с коллегами.

Навыки управления проектами и оптимизации процессов производства чипов.-

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			3
Общая трудоемкость	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		48	48
Лекции		16	16
Практические занятия		32	32

Стадии производства и тестирования чипа

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/80712947-86e1-42fe-ab69-82763c0a796f>

Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>	96	96
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		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 3 семестре</b>	16	32	0	48
	Стадии производства и тестирования чипа	16	32	0	48
1	Введение в производство чипов	2	0	0	2
2	Материалы для производства чипов	0	4	0	4
3	Планарный процесс и подготовка подложек	2	0	0	2
4	Фотолитография	0	4	0	4
5	Ионная имплантация и диффузия	2	0	0	2
6	Травление и осаждение	0	4	0	4
7	Металлоизация и создание контактов	2	0	0	2
8	Сборка и упаковка чипов	0	4	0	4
9	Теплоотвод и термуправление в чипах	2	0	0	2
10	Тестирование чипов: электрические тесты	0	4	0	4
11	Тестирование чипов: механические и термические тесты	2	0	0	2
12	Дефекты и проблемы в производстве чипов	0	4	0	4
13	Автоматизация процессов производства и тестирования чипов	2	0	0	2
14	Экологические и экономические аспекты производства чипов	0	4	0	4

#### Стадии производства и тестирования чипа

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/80712947-86e1-42fe-ab69-82763c0a796f>

15	Современные исследования и инновации в производстве чипов	2	4	0	6
16	Зачет	0	0	0	0
	Итого (ак. часов)	16	32	0	48

#### 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 *зачета*.

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

#### 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. — Подземная гидромеханика, 2023-02-12. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 — 488 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.02.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91980.html>>. (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

Электронно-библиотечная система Лань - <https://e.lanbook.com/>  
 Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>  
 Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

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

Springer - <https://rd.springer.com/>  
 JSTOR - <https://www.jstor.org/>  
 Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>  
 Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.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.

#### Стадии производства и тестирования чипа

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/80712947-86e1-42fe-ab69-82763c0a796f>

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  
Заместитель директора ШЕН  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Креков С.А.,Иванова Н.А.

**Технологические процессы в производстве наноразмерных полупроводниковых приборов**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика,  
профиль: Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

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

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

### Технологические процессы в производстве наноразмерных полупроводниковых приборов

Знания:

Основные понятия и принципы работы наноразмерных полупроводниковых приборов.

Основы физики полупроводников.

Типы и свойства полупроводниковых материалов.

Технологии литографии и их применение в наноразмерных устройствах.

Методы травления и осаждения в процессе производства.

Техники допирования и их влияние на свойства полупроводников.

Методы контроля качества и анализа полупроводниковых устройств.

Принципы упаковки и сборки полупроводниковых приборов.

Экологические и экономические аспекты производства.

Умения:

Применять знания о физических процессах и свойствах материалов для анализа и разработки полупроводниковых приборов.

Использовать современные методы литографии для создания наноразмерных структур.

Проводить процессы травления и осаждения с целью формирования наноразмерных структур.

Выполнять допирование полупроводниковых материалов с заданными свойствами.

Осуществлять контроль и анализ качества на различных этапах производства.

Разрабатывать и оптимизировать технологические процессы производства.

Понимать и применять методы упаковки и сборки полупроводниковых приборов.

Навыки:

Навыки работы с оборудованием для литографии, травления и осаждения.

Навыки проведения экспериментов и измерений в лабораторных условиях.

Навыки анализа данных и интерпретации результатов экспериментов.

Навыки работы с современным программным обеспечением для моделирования и анализа полупроводниковых процессов.

Навыки проведения научных исследований и подготовки технической документации.

Навыки командной работы и взаимодействия с коллегами в рамках проектной деятельности.

Навыки управления проектами и оптимизации производственных процессов.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			3
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	4	4
	<b>час</b>	144	144

**Технологические процессы в производстве наноразмерных полупроводниковых приборов**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/8f277e52-1d90-45a4-ba86-55e20108429f>

Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	48	48
Лекции	16	16
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>	96	96
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		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 3 семестре</b>	16	32	0	48
1	Введение в наноразмерные полупроводниковые приборы	2	0	0	2
2	Основы физики полупроводников	0	4	0	4
3	Материалы для наноразмерных полупроводниковых приборов	2	0	0	2
4	Технологии литографии	0	4	0	4
5	Травление полупроводников	2	0	0	2
6	Методы осаждения тонких пленок	0	4	0	4
7	Допирование полупроводников	2	0	0	2
8	Методы контроля и анализа	0	4	0	4
9	Тонкопленочные технологии	2	0	0	2
10	Металлы и контакты в полупроводниковых приборах	0	4	0	4
11	Сборка и упаковка полупроводниковых приборов	2	0	0	2
12	Проектирование и моделирование полупроводниковых приборов	0	4	0	4
13	Современные проблемы и тенденции в производстве	2	0	0	2

**Технологические процессы в производстве наноразмерных полупроводниковых приборов**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/8f277e52-1d90-45a4-ba86-55e20108429f>

14	Качество и надежность полупроводниковых приборов	0	4	0	4
15	Инновационные технологии в производстве	2	0	0	2
16	Примеры инновационных решений	0	4	0	4
17	Зачет	0	0	0	0
	Итого (ак.часов)	16	32	0	48

#### 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 зачета.

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

#### 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. — Подземная гидромеханика, 2023-02-12. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 — 488 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.02.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91980.html>>. (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

Электронно-библиотечная система Лань - <https://e.lanbook.com/>  
Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>  
Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

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

Springer - <https://rd.springer.com/>  
JSTOR - <https://www.jstor.org/>  
Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>  
Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.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

**Технологические процессы в производстве наноразмерных полупроводниковых приборов**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/8f277e52-1d90-45a4-ba86-55e20108429f>

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  
Заместитель директора ШЕН  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Креков С.А.

**Производство изделий нанoeлектроники**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
03.04.02 Физика, направленность (профиль): Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

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

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

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

Знания:

Основные принципы и технологии производства изделий нанoeлектроники.

Материалы, используемые в нанoeлектронике.

Технологии литографии и их применение в нанoeлектронике.

Методы травления и осаждения тонких пленок.

Процессы допирования и формирования слоев.

Технологии сборки и упаковки нанoeлектронных устройств.

Принципы и методы тестирования нанoeлектронных изделий.

Современные тенденции и инновации в производстве нанoeлектроники.

Умения:

Использовать знания о материалах и методах для проектирования нанoeлектронных изделий.

Применять современные технологии литографии для создания наноразмерных структур.

Проводить процессы травления, осаждения и допирования.

Осуществлять сборку и упаковку нанoeлектронных устройств.

Проводить тестирование и контроль качества нанoeлектронных изделий.

Анализировать результаты тестирования и выявлять дефекты.

Разрабатывать методики для улучшения технологических процессов.

Навыки:

Навыки работы с оборудованием для производства нанoeлектронных изделий.

Навыки проведения экспериментов и измерений.

Навыки анализа данных и интерпретации результатов.

Навыки работы с программным обеспечением для моделирования и анализа процессов.

Навыки подготовки технической документации и отчетов.

Навыки командной работы и взаимодействия с коллегами.

Навыки управления проектами и оптимизации технологических процессов.

## **2. Структура и трудоемкость дисциплины**

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			3
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	4	4
	<b>час</b>	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		48	48
Лекции		16	16
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>		96	96

**Производство изделий нанoeлектроники**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/1d7f6720-6c4e-493a-b57d-9b57573e787d>

Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		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 3 семестре</b>	16	32	0	48
	Производство изделий нанoeлектроники	16	32	0	48
1	Введение в производство изделий нанoeлектроники	2	0	0	2
2	Материалы для нанoeлектроники	0	4	0	4
3	Подготовка подложек и создание изоляционных слоев	2	0	0	2
4	Методы литографии в нанoeлектронике	0	4	0	4
5	Ионная имплантация и методы допирования	2	0	0	2
6	Травление в нанoeлектронных процессах	0	4	0	4
7	Осаждение тонких пленок	2	0	0	2
8	Металлоизация и создание контактов	0	4	0	4
9	Сборка нанoeлектронных устройств	2	0	0	2
10	Упаковка нанoeлектронных изделий	0	4	0	4
11	Тестирование нанoeлектронных устройств	2	0	0	2
12	Контроль качества и устранение дефектов	0	4	0	4
13	Автоматизация процессов производства	2	0	0	2
14	Экологические и экономические аспекты производства	0	4	0	6
15	Современные исследования и инновации в нанoeлектронике	2	4	0	2
16	Зачет	0	0	0	0
17	Итого (ак. часов)	16	32	0	48

#### Производство изделий нанoeлектроники

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/1d7f6720-6c4e-493a-b57d-9b57573e787d>

#### **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 *зачета*

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

#### **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. — Подземная гидромеханика, 2023-02-12. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 — 488 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.02.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91980.html>>. (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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

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

Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>

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

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

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

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

Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>

Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.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.

#### **Производство изделий наноэлектроники**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/1d7f6720-6c4e-493a-b57d-9b57573e787d>

УТВЕРЖДЕНО  
Заместитель директора ШЕН  
Креков С.А.  
РАЗРАБОТЧИК(И)  
Креков С.А.

**Технологии корпусирования микросхем**  
Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика,  
профиль: Инжиниринг микро- и наносистем  
форма обучения: очная

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины: **ПК-2**

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

### Технологии корпусирования микросхем

Знания:

Основные понятия и принципы корпусирования микросхем.

Характеристики и свойства различных типов корпусов.

Технологии и методы корпусирования.

Материалы, используемые в корпусировании микросхем.

Процессы сборки и запайки микросхем.

Методы тестирования и контроля качества корпусов.

Теплоотвод и термоуправление в корпусах микросхем.

Современные тенденции и инновации в области корпусирования.

Экологические и экономические аспекты производства корпусов.

Умения:

Применять знания о принципах корпусирования для проектирования надежных микросхем.

Выбирать подходящие материалы и технологии для различных типов корпусов.

Разрабатывать и оптимизировать процессы сборки и запайки микросхем.

Проводить тестирование и контроль качества корпусов.

Осуществлять теплоотвод и термоуправление в корпусах микросхем.

Анализировать современные тенденции и внедрять инновации в процессы корпусирования.

Понимать и учитывать экологические и экономические аспекты производства корпусов.

Навыки:

Навыки работы с оборудованием для корпусирования микросхем.

Навыки проведения экспериментов и измерений в лабораторных условиях.

Навыки анализа данных и интерпретации результатов экспериментов.

Навыки работы с современным программным обеспечением для моделирования и анализа процессов корпусирования.

Навыки подготовки технической документации и отчетов.

Навыки командной работы и взаимодействия с коллегами в рамках проектной деятельности.

Навыки управления проектами и оптимизации производственных процессов.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Кол-во часов в семестре (ак.ч.)
			3
Общая трудоемкость	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		48	48
Лекции		16	16
Практические занятия		32	32
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0

### Технологии корпусирования микросхем

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/b9dc4c5d-a464-45d2-8932-721c0eb6aa95>

<b>Часы внеаудиторной работы, включая консультации, иную контактную работу и самостоятельную работу обучающегося</b>	96	96
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		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 3 семестре</b>	16	32	0	48
	Технологии корпусирования микросхем	16	32	0	48
1	Введение в технологии корпусирования микросхем	2	0	0	2
2	Типы корпусов и их характеристики	0	4	0	4
3	Материалы для корпусирования микросхем	2	0	0	2
4	Технологии сборки микросхем	0	4	0	4
5	Процессы запайки микросхем	2	0	0	2
6	Тестирование и контроль качества корпусов	0	4	0	4
7	Теплоотвод и термуправление в корпусах микросхем	2	0	0	2
8	Рассмотрение различных технологий корпусирования	0	4	0	4
9	Проблемы и решения в технологии корпусирования	2	0	0	2
10	Автоматизация процессов корпусирования	0	4	0	4
11	Экологические аспекты производства корпусов	2	0	0	2
12	Экономические аспекты производства корпусов	0	4	0	4
13	Современные исследования и инновации в области корпусирования	2	0	0	2

**Технологии корпусирования микросхем**

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/b9dc4c5d-a464-45d2-8932-721c0eb6aa95>

14	Применение технологий корпусирования в различных отраслях	0	4	0	4
15	Проблемы и перспективы развития технологий корпусирования	2	0	0	2
16	Примеры инновационных разработок	0	4	0	4
17	Зачет по дисциплине	0	0	0	0
	Итого (ак. часов)	16	32	0	48

#### 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 *зачета*.

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 – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

#### 5.1 Литература:

1. Подземная гидромеханика / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Р. Д. Каневская, В. М. Максимов. — Подземная гидромеханика, 2023-02-12. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 — 488 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.02.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91980.html>>. (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### 5.2 Электронные образовательные ресурсы:

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

Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>

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

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

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

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

Успехи физических наук - <https://www.ufn.ru/>

Электронная библиотека Grebennikon - <https://grebennikon.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.

#### Технологии корпусирования микросхем

<https://utmn-prod.modeus.org/courses/catalog/b9dc4c5d-a464-45d2-8932-721c0eb6aa95>

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.