



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологий

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ А.И. Александров  
(подпись)

28 августа 2024 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

Компоненты микро- и наносистемной техники

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Направленность (профиль) образовательной программы:	Материалы микро- и наносистемной техники

Иваново



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

---

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Компоненты микро- и наносистемной техники» являются изучение физических принципов работы и типов базовых компонентов микро- и наносистемной техники, знание которых необходимо для проектирования устройств и технологических процессов для нанотехнологий и микросистемной техники.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина является обязательной для изучения и относится к обязательной части образовательной программы.

Успешное освоение данной дисциплины будет способствовать готовности студентов к освоению дисциплин «Технология компонентов микро- и наносистемной техники», «Проектирование микро- и наносистем», прохождению учебной и преддипломной практик, научно-исследовательской работе.

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать: основы физики в области механики, электричества и магнитных явлений, математику, основные информационные технологии по получению и анализу информации, получаемой из сети Интернет, основы инженерной графики, прикладной механики, материаловедения, электротехники и электроники.

Уметь: проводить наблюдения и измерения физических величин, решения физических задач, математические расчеты, анализ и обработку экспериментальных данных, поиски информации в сети Интернет, строить и читать технические чертежи, рассчитывать электрические цепи, напряжения и деформации в упругих системах, определять свойства материалов по справочной литературе.

Иметь: практический опыт наблюдения и измерения физических величин, решения физических задач, математических расчетов, анализа и обработки экспериментальных данных, поиска информации в сети Интернет, построения и чтения технических чертежей, навыки расчета электрических цепи, напряжения и деформации в упругих системах, определения свойств материалов по справочной литературе.

Студент, приступающий к изучению дисциплины, должен обладать знаниями, умениями, навыками практической деятельности, полученными ранее в ходе изучения дисциплин «Математика», «Физика», «Химия», «Инженерная графика», «Материаловедение наноструктурированных материалов», «Прикладная механика», «Электротехника», «Электроника и схемотехника», «Квантовая и оптическая электроника».

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

### **3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

а) универсальные (УК):

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

б) общепрофессиональные (ОПК):



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники

в) профессиональные (ПК):

ПК-5. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом базовых принципов функционирования и конструкции типовых микро- и наноразмерных электромеханических систем при их проектировании

**3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать методы поиска, синтеза и критического анализа информации, особенности системного подхода для решения задач в области компонент микросистемной техники (УК-1), основные термины и понятия, устройство и базовые принципы работы сенсоров, микроприводов, микроизлучателей, микромеханизмов и миниатюрных электронных компонентов (ОПК-7, ПК-5).

Уметь: применять на практике методы поиска, синтеза и критического анализа информации, системный подход для решения задач в области компонент микросистемной техники (УК-1), основные термины и понятия в области компонент микросистемной техники, знания устройств и базовых принципов работы сенсоров, микроприводов, микроизлучателей, микромеханизмов и миниатюрных электронных компонентов (ОПК-7, ПК-5).

Иметь практический опыт: поиска, синтеза и критического анализа информации, применения системного подхода для решения задач в области компонентов микросистемной техники (УК-1), использования основных терминов и понятий в области микросистемной техники при анализе устройств и принципов работы сенсоров, микроприводов, микроизлучателей, микромеханизмов и миниатюрных электронных компонентов (ОПК-7, ПК-5).

**4. Объем и содержание дисциплины**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 академических часов).

**4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа**

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации
1	Введение	7	2		Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов.



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

					Список вопросов, интересующих студента по содержанию дисциплины (сдается в письменном виде)
2	Сенсоры и миниактюаторы	7	8	10	Опорный конспект Материалы практических заданий
3	Микромеханизмы и миниатюрные электронные компоненты	7	6	10	Опорный конспект Материалы практических заданий
4	Миниатюрные системы	7	6	8	Опорный конспект Материалы практических заданий
5	Итоговая контрольная работа	7		2	Контрольная работа
6	Подведение и анализ результатов освоения дисциплины	7			Экзамен
ИТОГО:			22	30	

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

**Введение.** Введение в проблематику дисциплины, представление рабочей программы, осмысление требований к организации процесса обучения, самостоятельной работы и форм аттестации. История развития микросистемной техники. Базовые конструкции и технологии микромеханики.

**Раздел 1. Сенсоры и миниактюаторы.** Классификация сенсоров. Характеристики сенсоров. Погрешности измерений и стандартизация сенсоров. Микромеханические сенсоры. Микромеханические приводы движения. Микроприводы движения на эффекте «памяти формы». Микроприводы на устройствах микросмещения. Микроизлучатели: светодиод и полупроводниковый лазер.

**Раздел 2. Микромеханизмы и миниатюрные электронные компоненты.** Управляемые микроэлектрорадиокомпоненты. Микроантенны и резонаторы. Управляемые оптоэлектромеханические компоненты.

**Раздел 3. Миниатюрные системы.** Микроустройства обработки, хранения и записи информации. Микромеханизмы. Микропередачи. Микрорычаги и муфты.

#### 5. Образовательные технологии

Традиционные образовательные технологии: классическое лекционное обучение (лекционные занятия), обучение с помощью учебной книги (самостоятельная работа), обучение с помощью системы малых групп (при проведении лабораторных и практических занятий),

Информационно-коммуникационные образовательные технологии: технологии смешанного обучения, включающие в себя поиск информации в Интернете (самостоятельная работа), применение специализированных пакетов для получения анализа экспериментальных данных и построения экспериментальных зависимостей (практические занятия), применение аудиовизуальных технических средств (лекционные занятия).



## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Основной способ организации самостоятельной работы студентов — самостоятельная подготовка к выполнения практических работ по методическим указаниям. Полностью весь методический материал по обеспечению самостоятельной работы студентов приведен в Приложении 1 к РП.

## **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Система контроля по дисциплине включает: входной контроль; текущий контроль и итоговый контроль – экзамен.

В текущем контроле используются проверка опорных конспектов и материалов практических занятий и домашних заданий.

Итоговая контрольная работа оценивается по пятибалльной шкале.

Допуск на экзамен происходит при наличии отчетов по домашним и практическим заданиям с положительной оценкой за их выполнение.

Экзамены проходят устно. В качестве оценочных средств используются: комплект экзаменационных билетов и дополнительные ситуационные вопросы. Билеты экзамена содержат два теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале. Используются следующие критерии оценки:

«5» — студент полностью раскрывает тему вопроса, самостоятельно и полно отвечает на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса;

«4» — студент полностью раскрывает тему вопроса, но затрудняется отвечать на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса; или тема вопроса раскрыта не полностью, но студент уверенно отвечает на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса.

«3» — студент не полностью раскрывает тему вопроса и затрудняется отвечать на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса;

«2» — студент не раскрывает тему вопроса, проявляет незнание базовых терминов и понятий, необходимых для раскрытия темы.

Оценка за экзамен ставится как среднеарифметическое баллов за ответы на вопросы экзаменационного билета с учетом ответов на дополнительные ситуационные вопросы. Результат округляется до целого числа.

Вопросы экзаменационных билетов и типы дополнительных ситуационных вопросов приведены в фонде оценочных средств (Приложение 2).

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

### **Основная учебная литература**

1. Мухуров, Н.И. Электромеханические микроустройства / Н.И. Мухуров, Г.И. Ефремов ; ред. И.С. Александрович. - Минск : Белорусская наука, 2012. - 258 с. - ISBN 978-985-08-1419-7 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142339>



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

---

2. Барыбин, А.А. Физико-технологические основы макро-, микро, и нанoeлектроники : учебное пособие / А.А. Барыбин, В.И. Томилин, В.И. Шаповалов ; под общ. ред. А.А. Барыбина. - Москва : Физматлит, 2011. - 783 с. : ил., схем., табл. - ISBN 978-5-9221-1321-2 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457643>

3. Баршутина, М.Н. Микромехатроника : учебное пособие / М.Н. Баршутина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - 219 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1293-7 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277779>

4. Войтович, И.Д. Интеллектуальные сенсоры : учебное пособие / И.Д. Войтович, В.М. Корсунский. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2009. - 624 с. : ил., табл. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-9963-0124-9 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233292>

### Дополнительная учебная литература

1. Карасев, В.А. Введение в конструирование бионических наносистем / В.А. Карасев, В.В. Лучинин. - Москва : Физматлит, 2011. - 472 с. - ISBN 978-5-9221-1047-1 ; То же [Электронный ресурс]. –

- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69102>

2. Физические основы, методы исследования и практическое применение пьезоматериалов / В.А. Головин, И.А. Каплунов, О.В. Малышкина и др. - Москва : Техносфера, 2013. - 272 с. - (Мир материалов и технологий). - ISBN 978-5-94836-352-3 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233464>

3. Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - Москва : Техносфера, 2013. - 688 с. : ил., табл., схем. - Библи. в кн. - ISBN 978-5-94836-353-0 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443325>

4. Функционально интегрированные элементы интегральных схем и микросистем : монография / Е.А. Рындин, И.Е. Лысенко, М.А. Денисенко, А.С. Исаева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. - 79 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-1575-5 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=462012>

5. Компоненты приводов мехатронных устройств : учебное пособие / С.В. Пономарев, А.Г. Дивин, Г.В. Мозгова, и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : , 2014. - 295 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1294-4 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277916>

6. Камлюк, В.С. Мехатронные модули и системы в технологическом оборудовании для микроэлектроники : учебное пособие / В.С. Камлюк, Д.В. Камлюк. - Минск : РИПО, 2016. - 383 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-503-627-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463290>

7. Дробот, П.Н. История и философия нововведений в области электроники и электронной техники : учебное пособие / П.Н. Дробот ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР), Кафедра управления инновациями. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. - 208 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480629>

**Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»  
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);

<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории:

— для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

— для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения курсовых работ (проектов) с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: персональный компьютер, проектор, экран



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

---

**Автор(ы) рабочей программы дисциплины:** профессор кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий, доктор физ.-мат. наук, доцент Александров А.И.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий 28 августа 2024 г., протокол № 1

**Приложение 1.** Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

**Приложение 2.** Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.