

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

В.А. Небольсин

«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Введение в профессию»

Направление подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

/Стогней О.В./

И.о. заведующего кафедрой
Физики твердого тела

/Калинин Ю.Е./

Руководитель ОПОП

/Стогней О.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины:

Ознакомить студентов первого курса с основами их будущей профессии, объектами и видами профессиональной деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

Ретроспективный анализ истории развития микроэлектроники. Обоснованность неизбежности перехода к нанотехнологиям, раскрытие основных особенностей и содержания нанотехнологий. Перспективные пути развития микроэлектроники. Общие представления о микросистемной технике. Электромеханические системы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Введение в профессию» относится к факультативным дисциплинам.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Введение в профессию» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - Способен учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	Знать: Сущность нанотехнологий. Этапы развития современной микроэлектроники. Основные особенности планарной технологии. Основы микросистемной техники. Основные проявления размерного эффекта.
	Уметь: Ориентироваться в терминологии и основных понятиях, связанных с нанотехнологиями и современной микроэлектроникой.
	Владеть: Основной терминологией, применяемой в области нанотехнологий, микроэлектроники и микросистемной техники.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Введение в профессию» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы	72	72
з.е.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Определение и сущность нанотехнологий	Определение и особенности нанотехнологий. Новая парадигма формирования объектов. Систематизация нанотехнологий и объектов, получаемых с их помощью.	2	2		4	8
2	История развития микроэлектроники.	Этапы развития вакуумной электроники. Этапы создания твердотельных полупроводниковых приборов (сплавные, диффузионные транзисторы). Интегральная микроэлектроника (планарная электроника). Нанoeлектроника.	6	6		12	24
3	Особенности нанoeлектроники.	Одноэлектроника. Спинтроника. Молекулярная электроника. Современные и перспективные методы литографии.	6	6		12	24
4	Микросистемная техника. МЭМС.	Понятие и особенность МЭМС. Технологические приемы создания МЭМС.	4	4		8	16
Итого			18	18		36	72

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-5	Знать: Сущность нанотехнологий. Этапы развития современной микроэлектроники. Основные особенности планарной	Активная работа на лекциях и практических занятиях, ответы на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	технологии. Основы микросистемной техники. Основные проявления размерного эффекта.			
	Уметь: Ориентироваться в терминологии и основных понятиях, связанных с нанотехнологиями и современной микроэлектроники.	Написание коллоквиумов, прохождение тестов.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: Основной терминологией, применяемой в области нанотехнологий, микроэлектроники и микросистемной техники.	Написание коллоквиумов, прохождение тестов.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-5	Знать: Сущность нанотехнологий. Этапы развития современной микроэлектроники. Основные особенности планарной технологии. Основы микросистемной техники. Основные проявления размерного эффекта.	Коллоквиум, Тест	Выполнение задания на 90-100%	Выполнение задания на 80-90%	Выполнение задания на 70-80%	В задании менее 70% правильных ответов
	Уметь: Ориентироваться в терминологии и основных понятиях, связанных с нанотехнологиями и современной микроэлектроники.	Коллоквиум, Тест	Выполнение задания на 90-100%	Выполнение задания на 80-90%	Выполнение задания на 70-80%	В задании менее 70% правильных ответов
	Владеть: Основной терминологией, применяемой в области нанотехнологий, микроэлектроники и микросистемной техники.	Коллоквиум, Тест	Выполнение задания на 90-100%	Выполнение задания на 80-90%	Выполнение задания на 70-80%	В задании менее 70% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. В чем состоит основная (всегда декларируемая) особенность нанотехнологий?
 - получают объекты, размеры которых не превышают 100 нм;
 - используются исключительно зондовые технологии для формирования объектов;
 - используется поатомная сборка объектов.
2. Можно ли отнести к нанотехнологиям традиционные технологии, например методы вакуумного напыления?
 - нельзя, этими методами получают пленки и покрытия;
 - можно, ведь при современном уровне развития этими методами можно сформировать объекты и структуры нанометрового размера;
 - можно, поскольку процессы напыления проводятся в условиях вакуума.
3. В чем заключается суть размерного эффекта?
 - размеры объектов, получаемых с помощью нанотехнологий должны быть меньше 100 нм;
 - чем меньше размеры объекта, тем меньшую величину имеют физические характеристики этого объекта;
 - свойства объекта существенно меняются, когда его размеры оказываются меньше характеристической длины.
4. Что такое низкоразмерные объекты?
 - объекты, размеры которых не превышают 100 нм;
 - объекты, в которых проявляются размерные эффекты;
 - объекты, в которых отсутствует зависимость электросопротивления от геометрических размеров (например, толщины).
5. Основное функциональное назначение электроники (электронных приборов) заключается в (*указать основное предназначение, а не частные проявления*):
 - усилении слабого электрического сигнала;
 - управлении электрическими сигналами;
 - выпрямлении переменного электрического сигнала.
6. Основное физическое явление, лежащее в основе функционирования вакуумных ламп:
 - эмиссия электронов;
 - нагрев термокатода электрическим током;
 - вакуумирование колбы лампы.
7. Каково функциональное назначение сетки в вакуумной лампе?
 - защищает анод от теплового излучения термокатода;
 - позволяет управлять потоком эмитированных электронов;
 - улавливает электроны, эмитированные термокатодом.
8. Какие материалы используют для изготовления твердотельных диодов и транзисторов?
 - сплавы металлов;
 - полупроводники;
 - диэлектрические материалы.
9. В чем основная особенность сплавного транзистора?
 - он изготавливается из сплава двух различных материалов;
 - р-п переходы формируются в месте сплавления двух разнородных материалов;
 - транзисторы формируются при локальном расплавлении участков кремниевой пластины.
10. В чем заключается особенность планарной технологии?
 - все выводы элементов, формируемых на пластине, выводятся на одну поверхность;
 - формирование элементов на пластине технологически происходит когда пластина

находится во «взвешенном» состоянии, «планируя» на подушке из инертного газа;
- все операции по формированию элементов на пластине должны осуществляться при строго горизонтальном расположении пластины.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Объяснить основной принцип функционирования ламповой электроники.
2. Недостатки ламповой электроники.
3. Преимущества полупроводниковой электроники (твердотельной) по сравнению с ламповой.
4. Проблемы, возникающие в традиционной микроэлектронике при уменьшении характерных размеров элементов интегральных схем до десятков нанометров.
5. Основные особенности одноэлектроники.
6. Основные особенности спинтроники.
7. Основные особенности молекулярной электроники.
8. Понятие и основные особенности микроэлектромеханических систем (МЭМС).
9. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Принцип исследования поверхности.
10. Сканирующая силовая микроскопия (атомная силовая микроскопия (АСМ)). Принцип исследования поверхности. Какие свойства материала можно изучать с помощью АСМ?

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. В какой период началось промышленное производство изделий твердотельной электроники?
2. Какие функции выполняют транзисторы в электронных приборах?
3. В чем отличие сплавных транзисторов от диффузионных?
4. В чем преимущество диффузионных транзисторов по сравнению со сплавными?
5. Каково происхождение термина «мезотехнология»?
6. Чего позволяет добиться совокупность операций, объединяемых общим термином «фотолитография»?
7. Какие пути есть для повышения разрешающей способности (уменьшения формируемых размеров) фотолитографии?
8. В чем заключается преимущество спинтронных приборов по сравнению с приборами обычной электроники?
9. Какие материалы можно исследовать с помощью сканирующей туннельной микроскопии?
10. Какие материалы можно исследовать с помощью сканирующей силовой микроскопии?

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Чем отличается нанотехнология от традиционно используемой технологии. Основные отличия нанотехнологии и изделий (материалов), получаемых с ее помощью, от изделий (материалов), изготовленных по традиционной технологии. (два принципиальных отличия)
2. Два основных направления, которые можно выделить в рамках нанотехнологии.

3. В чем разница между этими тремя понятиями: наноструктура, нанообъект, наноструктурированный объект?
4. В чём суть размерного эффекта?
5. Что такое электроника. Перечислить 4-ре этапа в её развитии.
6. В чём отличие ламповой электроники от твердотельной?
7. Основные особенности (характерные черты) планарной технологии.
8. Какие проблемы возникают при увеличении степени интеграции ИС? Пути решения этих проблем.
9. Что такое МЭМС? Для каких целей их разрабатывают?
10. Два типа СЗМ. В чем их принципиальное отличие?

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится в виде устного ответа по билетам, в которых содержится три вопроса.

1. Зачет считается сданным если студент ответил на два вопроса и дополнительные качественные вопросы.
2. Зачет считается НЕ сданным если студент смог ответить лишь на один вопрос и не отвечает на дополнительные качественные вопросы.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Определение и сущность нанотехнологий	ПК-5	Коллоквиум, тест, зачет
2	История развития микроэлектроники.	ПК-5	Коллоквиум, тест, зачет
3	Особенности нанoeлектроники.	ПК-5	Коллоквиум, тест, зачет
4	Микросистемная техника. МЭМС.	ПК-5	Коллоквиум, тест, зачет

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Коллоквиумы проводятся в виде письменных ответов на предложенные качественные вопросы. Обычно в одном коллоквиуме предлагается ответить на 15 – 19 вопросов. Время написания 45 мин, после чего коллоквиумы проверяются преподавателем. Оценка за коллоквиум выставления согласно методики оценки при проведении промежуточной аттестации. После проверки результатов и их анализа проводится обсуждение результатов коллоквиума с анализом неправильных ответов.

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 40 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором, выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации. После этого проводится обсуждение полученных результатов в режиме вопрос-ответ, с анализом неправильных ответов.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова ; под редакцией Ю. П. Солнцева. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 336 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97818.html>
2. Стогней О.В. Специальные вопросы микро- и нанотехнологий: учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс]. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. – 118 с.
3. Смирнов В.И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы / Ульяновск: УлГТУ, 2017. - 240 с.
4. Смирнов, В. И. Нанозлектроника, нанофотоника и микросистемная техника : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2017. — 281 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: URL: <https://www.iprbookshop.ru/106105.html>
5. Потловский, К. Г. Нанотехнологии и микромеханика. Часть 6. Базовые технологические процессы микросистемной техники : учебное пособие / К. Г. Потловский, Е. А. Скороходов, С. А. Козубняк. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2013. — 68 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: URL: <https://www.iprbookshop.ru/30892.html>
6. Головин Ю. И. Основы нанотехнологий / М.: Машиностроение, 2012. - 656 с.
7. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / М.: Физматлит, 2009. - 416 с.
8. Нанотехнологии в электронике - 3.1 / И. И. Амиров, Е. А. Артамонова, А. Г. Балашов [и др.] ; под редакцией Ю. А. Чаплыгин. — Москва : Техносфера, 2016. — 480 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : URL: <https://www.iprbookshop.ru/58864.html>
9. Чаплыгин Ю.А. (ред) Нанотехнологии в электронике / М.: Техносфера, 2013. - 688 с.
10. Гридчин В. А. Физика микросистем : учеб. пособие / В. А. Гридчин, И. Г. Неизвестный, В. Н. Шумский. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2006.
11. Лучинин В. В. Микросистемная техника. Прикладные области применения : учеб.-метод. разраб. / В. В. Лучинин, Ю. И. Степанов, В. А. Телец. – М. : МГИРЭА, 2004. – 100 с.
12. Нано - и микросистемная техника : от исследований к разработкам : сб. ст. / под ред. П. П. Мальцева. – М. : Техносфера, 2005. – 589 с.
13. Резнев, А. А. Тенденции развития МЭМС / А. А. Резнев, В. Д. Вернер. – М. : Амиант, 2010. – 273 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Электронная информационная образовательная среда ВГТУ, код доступа:
<http://eios.vorstu.ru/>

Программное обеспечение компьютеров для самостоятельной и аудиторной работы:

Операционные системы семейства MSWindows;
Пакет программ семейства MS Office;
Пакет офисных программ OpenOffice;
Программа просмотра файлов Djview;
Программа просмотра файлов формата pdf AcrobatReader;
Интернет-браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

Используемые электронные библиотечные системы:

Модуль книгообеспеченности АИБС «МАРК SQL», код доступа:
<http://bibl.cchgeu.ru/provision/struct/>;

Университетская библиотека онлайн, код доступа: <http://biblioclub.ru/>;

ЭБС Издательства «ЛАНЬ», код доступа <http://e.lanbook.com/>;

ЭБС IPRbooks, код доступа: <http://www.iprbookshop.ru>;

научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, код доступа: <http://elibrary.ru/>.

Информационные справочные системы:

портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, код доступа <http://fgosvo.ru>;

единое окно доступа к образовательным ресурсам, код доступа
<http://window.edu.ru/>;

открытый образовательный ресурс НИЯУ МИФИ, код доступа
<http://online.mephi.ru/>;

открытое образование, код доступа: <https://openedu.ru/>;

физический информационный портал, код доступа:
<http://phys-portal.ru/index.html>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оснащенная доской.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Введение в профессию» читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия, проводится самостоятельная работа студентов.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе, а также проведение блиц-опроса по предыдущему материалу.

Практические занятия направлены на более глубокое освоение материала, изложенного на лекциях. Занятия проводятся в режиме диалога и обсуждения наиболее сложных вопросов в аудитории.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц—полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.