

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета РТЭ

В.А. Небольсин

«30» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Введение в наноинженерию»

Направление подготовки 28.03.02 Наноинженерия

Профиль Инженерные нанотехнологии в приборостроении

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

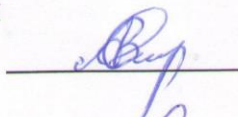
Год начала подготовки 2017

Автор программы



/Липатов Г.И./

Заведующий кафедрой
Полупроводниковой электроники
и наноэлектроники



/Рембеза С.И./

Руководитель ОПОП



/Липатов Г.И./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели изучения дисциплины

Ознакомление обучающихся в простой и доступной форме с общими принципами организации учебного процесса в университете, основными положениями и определениями нанотехнологий, ролью конструктора и технолога в создании современных микросистем; ознакомление обучающихся с производственной деятельностью по выбранной специальности, получение ими первичных профессиональных умений и навыков.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Ознакомление с историей и традициями ВГТУ, уставом университета, нормативными актами РФ в сфере высшего образования, а также основными понятиями и содержанием будущей специальности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Введение в нанотехнологии» относится к дисциплинам базовой части блока Б1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОК-7 — Способность к самоорганизации и самообразованию;

ОК-10 — Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОК-7	знать особенности формирования высшего технического образования и составляющие инженерной деятельности по выбранной специальности
	уметь использовать основные понятия и определения при формировании углубленных знаний в сфере нанотехнологий
	владеть знаниями основных принципов и концепций в сфере нанотехнологии
ОК-10	знать основные направления современной нанотехнологии, термины и определения
	уметь целостно видеть проблему, выделять ее ключевое звено, рассуждать логически и непротиворечиво, выявлять причинно-следственные связи,

осуществлять последовательный анализ проблемы
владеть навыками поиска и систематизации информации из фундаментальных и периодических изданий по тематике направления подготовки

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Практические основы специальности» составляет 3 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	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации — зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
з.е.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	СРС	Всего часов
1	Организация учебного процесса в вузе	Закон РФ об образовании. Государственная политика в области образования. Ступени высшего образования. ФГОС по направлению «Наноинженерия». Виды учебных занятий. Формы проверки знаний студентов. Курсовое и дипломное проектирование. Планирование учебной работы. Самостоятельная работа студентов. Учебный план по профилю подготовки «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»	2	2	4
2	Основные научные направления в наноинженерии	История возникновения и развития электроники. Микроэлектроника и микросистемная техника. Нанoeлектроника и нанотехнологии	2	6	8
3	Основы МЭМС/НЭМС	Понятие о датчиках и исполнительных механизмах. Классификация МЭМС/НЭМС. Дорожная карта МЭМС/ НЭМС	4	8	12
4	Компонентная база микро- и наносистем	Материаловедческие аспекты микро- и нанoeлектро-механических систем. Датчики давления и инерциальные датчики. Оптические и радиочастотные МЭМС. Микрофлюидные устройства и их применение в лаборатории-на-чипе	8	16	24

5	Проектирование и производство микро- и наносистем	Взаимосвязь электронной системы, электрической схемы, конструкции, технологии, производства и эксплуатации микро- и наносистем. Особенности конструкции микро- и наносистем, обусловленные применением современных технологических процессов и требований рынка	6	14	20
6	Общие понятия об автоматизированном проектировании микро- и наносистем	Роль методов автоматизированного проектирования в совершенствовании конструкций и технологии производства наносистем Особенности проектирования наносистем — состояние проблемы, терминология, понятия и определения	4	6	10
7	Основы нанотехнологий и наноинженерии	История микроминиатюризации. Основные термины, принципы, достижения и перспективы нанотехнологии и наноинженерии; важнейшие направления работ в этой сфере. Биполярные, МОП и КМОП-структуры; понятие «технологическая совместимость» элементов микро- и наносистемной техники. Технологические процессы формирования микро- и наноструктур	10	20	30
Итого			36	72	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом

5.3 Перечень практических занятий

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
ОК-7	знать особенности формирования высшего технического образования и составляющие инженерной деятельности по выбранной	Тест	Выполнение более 70 % теста	Выполнение менее 70 % теста

	специальности			
	уметь использовать основные понятия и определения при формировании углубленных знаний в сфере нанотехнологий	Тест	Выполнение более 70 % теста	Выполнение менее 70 % теста
	владеть знаниями основных принципов и концепций в сфере нанотехнологий	Тест	Выполнение более 70 % теста	Выполнение менее 70 % теста
ОК-10	знать основные направления современной нанотехнологии, термины и определения	Тест	Выполнение более 70 % теста	Выполнение менее 70 % теста
	уметь целостно видеть проблему, выделять ее ключевое звено, рассуждать логически и непротиворечиво, выявлять причинно-следственные связи, осуществлять последовательный анализ проблемы	Тест	Выполнение более 70 % теста	Выполнение менее 70 % теста
	владеть навыками поиска и систематизации информации из фундаментальных и периодических изданий по тематике направления подготовки	Тест	Выполнение более 70 % теста	Выполнение менее 70 % теста

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1-м семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»;

«не зачтено».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОК-7	знать особенности формирования высшего технического образования и составляющие инженерной деятельности по выбранной специальности	Тест	Выполнение теста на 70—100 %	Выполнение менее 70 % теста
	уметь использовать основные понятия и определения при формировании углубленных знаний в сфере нанотехнологий	Тест	Выполнение теста на 70—100 %	Выполнение менее 70 % теста
	владеть знаниями основных принципов и концепций в сфере нанотехнологий	Тест	Выполнение теста на 70—100 %	Выполнение менее 70 % теста
ОК-10	знать основные направления современной нанотехнологии, термины и определения	Тест	Выполнение теста на 70—100 %	Выполнение менее 70 % теста
	уметь целостно видеть проблему, выделять ее ключевое звено, рассуждать логически и непротиворечиво, выявлять причинно-следственные связи, осуществлять последовательный анализ проблемы	Тест	Выполнение теста на 70—100 %	Выполнение менее 70 % теста
	владеть навыками поиска и систематизации информации из фундаментальных и периодических изданий по тематике направления подготовки	Тест	Выполнение теста на 70—100 %	Выполнение менее 70 % теста

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. Нанoeлектроника — это область микроэлектроники, в которой имеют дело с длинами/перемещениями величиной менее:

- А) 1 мкм Б) 0,1 мкм В) 10 нм Г) 1 нм Д) длины волн де Бройля

2. На каком этапе развития находится современная электроника:

- А) 1-м Б) 2-м В) 3-м Г) 4-м Д) 5-м

3. Какие свойства электрона проявляются по мере приближения размеров твердотельных структур к нанометровой области:

- А) корпускулярные Б) волновые В) электрические Г) механические Д) химические

4. В каком году был изобретен транзистор:

- А) 1945 Б) 1947 В) 1949 Г) 1951 Д) 1953

5. В каком году была изобретена ИС:

- А) 1953 Б) 1955 В) 1957 Г) 1959 Д) 1961

6. Кто из перечисленных ниже ученых является лауреатом Нобелевской премии по физике:

- А) Ландау Б) Капица В) Басов Г) Прохоров Д) Алферов

7. Какая из задач обучения в ВУЗе наиболее всего удовлетворяет требованиям к подготовке современного инженера:

- А) дать квалификацию Б) обеспечить компетентность В) дать образование Г) обеспечить трудоустройство Д) обеспечить профессиональную мобильность

8. Что такое планарная технология?

- А) технология создания плоских фигур Б) технология последовательного создания элементов на плоскости В) технология последовательного создания элементов в тонком приповерхностном слое Г) технология одновременного создания элементов в тонком приповерхностном слое

9. На каком из принципов основана работа МЭМС-гироскопов:

- А) ускорения Б) вибрации В) вращения Г) поворота Д) Кориолиса

10. Использование кремния как материала микросистемной техники обусловлено (расставить в порядке значимости):

- А) распространен Б) отработано В) электрофизические Г) механическими

ностью в природе стью технологий скими свойствами свойствами
микрообработки

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Современная система высшего образования и её задачи
2. Область, объекты и виды профессиональной деятельности инженера по направлению подготовки «Наноинженерия»
3. Естественнонаучные основы практической деятельности человека
4. История электроники
5. Этапы развития электроники и микросистемной техники
6. Зарождение и становление отечественной микроэлектроники
7. Кремний как основной материал электронной техники
8. Кремний как механический материал
9. Основные этапы технологии полупроводниковых приборов и ИС
10. Основы интегральной технологии. Планарная технология
11. Элементная база ИЭТ: диоды, биполярные транзисторы, МОП-транзисторы. Конструкция, принцип работы, характеристики
12. Конструктивно-топологическое отличие элементов микроэлектроники и микросистемной техники
13. Основные методы микрообработки: литография, осаждение тонких пленок, легирование, травление пленок и подложки
14. Технологии производства МЭМС: объемная микрообработка, поверхностная микрообработка
15. Понятие о датчиках и исполнительных механизмах. Классификация МЭМС
16. МЭМС-устройства и их применения: датчики давления, инерциальные датчики, оптические МЭМС, РЧ МЭМС, биоМЭМС
17. Электростатические сенсоры и актюаторы
18. Тензоэлектрические (пьезоэлектрические) сенсоры
19. Методы интеграции микроэлектроники и микромеханики
20. Правила оформления отчетов, курсовых работ (проектов)

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает проведение экзамена.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной ат-

тестации

Результаты промежуточной аттестации оцениваются в 1-м семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»;

«не зачтено».

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит по одному вопросу из каждого раздела дисциплины. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов — 6.

«Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал 3 и менее баллов.

«Зачтено» ставится в случае, если студент набрал более 3 баллов и выполнил реферат.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Особенности высшего технического образования	ОК-7, ОК-10	Тест
2	Основы инженерной деятельности	ОК-7, ОК-10	Тест
3	Дисциплины учебного плана по направлению «Нанотехнологии», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»	ОК-7, ОК-10	Тест
4	Этапы развития электроники	ОК-7, ОК-10	Тест
5	Компонентная база микро- и наносистемной техники	ОК-7, ОК-10	Тест, защита реферата
6	Источники информации и оформление результатов исследований	ОК-7, ОК-10	Тест, защита реферата

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

Тестирование осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 15 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Лозовский В.Н. Нанотехнологии в электронике. — М.: Лань, 2012. — 296 с.

Малашевич Б.М. 50 лет отечественной микроэлектронике. Краткие основы и история развития / Б.М. Малашевич. — М.: Техносфера, 2013. — 800 с.

Рембеза С.И. Введение в микроэлектронику и наноэлектронику: учеб. посо-

бие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые и граф. данные (2,2 Мб) / С.И. Рембеза, Е.С. Рембеза. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Справочник Шпрингера по нанотехнологиям (в 3-х томах) / Под ред Б. Бхушана. — М.: Техносфера, 2010. Т.1 — 864 с.; Т.2 — 1039 с.; Т.3 — 812 с.

Малышева И.А. Технология производства интегральных микросхем. — М.: Радио и связь, 1991. — 344 с.

Распопов В.Я. Микромеханические приборы. — М.: Машиностроение, 2007. — 400 с.

Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. — М.: Техносфера, 2006. — 592 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:

Журнал «Нано- и микросистемная техника». [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.microsystems.ru>

Виртуальный компьютерный музей, раздел «История отечественной электронной компонентной базы (ЭКБ)». [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.computer-museum.ru>

DVD-диск «60 лет отечественной радиоэлектроники»

Презентации Массачусетского института технологий по курсу «Разработка и изготовления МЭМС»: <http://ocw.mit.edu/courses/electricalengineering-and-computer-science/6-777j-design-and-fabrication-of-microelectromechanical-devices-spring-2007/lecture-notes/>

Презентации Университета Миннесоты по курсу «МЭМС»: <http://me.umn.edu/courses/me8254/lectnotes.html>

Презентации Университета Техаса по курсу «Основы МЭМС»: <http://www.uta.edu/utari/acs/jmireles/MEMSclass/MAINpage.htm>

Презентация «MEMS Multiphysics Simulation in ANSYS» Workbench David Harrar \ Ozen Engineering, Inc. — 2016. — URL: http://www.ozeninc.com/downloads/PRESENTATIONMulitiphysics_Simulation_for_MEMS_Using_Workbench.pdf

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аудитория, оборудованная проектором; презентации и учебные видеофильмы

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Введение в нанотехнологии»

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, 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.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - работа над темами для самостоятельного изучения; - 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 зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего ка- федрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			