

**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
«Практические основы специальности»

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 основными положениями и определениями в области нанотехнологий, ролью конструктора и технолога в создании микросистемной техники.

1.2. Задачи освоения дисциплины

ознакомление обучающихся с производственной деятельностью по выбранной специальности, получение ими первичных профессиональных умений и навыков.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Практические основы специальности» относится к факультативным дисциплинам блока ФТД учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Практические основы специальности» направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-7 — Способность к самоорганизации и самообразованию.

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 нанотехнологий
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 2 з.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа		
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	Лекции	Прак. зан.	Всего часов
1	Основы инженерной деятельности	Естественнонаучные основы практической деятельности человека. Область, объекты и виды профессиональной деятельности инженера по направлению подготовки «Наноинженерия»	8	4	12
2	Дисциплины учебного плана по направлению «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»	Особенности государственного образовательного стандарта по направлению «Наноинженерия». Естественнонаучные дисциплины. Общепрофессиональные дисциплины. Специальные дисциплины. Гуманитарные и социально-экономические дисциплины. Основные требования к подготовке современного инженера	6	6	12
3	Этапы развития микроэлектроники	Преемственность этапов развития электроники. История развития электроники. История отечественной микроэлектроники. Микроэлектромеханические системы (МЭМС). Разработка и производство микроэлектронной продукции	8	8	16
4	Компонентная база микро- и наносистемной техники	Кремний как материал микросистемной техники. Электронные компоненты. Механические компоненты	10	14	24
5	Источники информации и оформление результатов исследований	Источники информации по выбранной специальности. Работа с библиографическими источниками. Правила оформления отчетов, курсовых работ и проектов в соответствии со стандартом ВГТУ	4	4	8
Итого			36	36	72

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом

5.3 Перечень практических занятий

1. Определение информационных источников и поиск информации об основных параметрах и характеристиках МЭМС-устройств.
2. Работа с разделом «Введение в нанотехнологию» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
3. Работа с разделом «Введение в микро- и нанообработку» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
4. Работа с разделом «Наноимпринтная литография» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
5. Работа с разделом «Материаловедческие аспекты микро- и нанoeлектромеханических систем» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
6. Работа с разделом «Нано- и микроструктурированные полупроводниковые материалы для микроэлектроники» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
- 7, 8, 9. Работа с разделом «МЭМС/НЭМС устройства и их применение» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
10. Работа с разделом «Сканирующая зондовая микроскопия: принцип действия, аппаратура, зонды» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
11. Работа с разделом «Применение нанотехнологии в устройствах хранения данных» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
12. Работа с разделом «Экспериментальные методы получения характеристик микро/наноразмерных устройств» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
13. Работа с разделом «Термо- и электромеханическое поведение тонкопленочных микро- и наноструктур» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
14. Работа с разделом «Экспериментальные методы получения характеристик микро/наноразмерных устройств» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
15. Работа с разделом «Механизмы отказа в МЭМС/НЭМС устройствах» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
16. Работа с разделом «Технологический процесс и его взаимосвязь с архитектурой изделия» справочника Шпрингера по нанотехнологиям.
17. Интерфейсные схемы обработки сигналов МЭМС-датчиков.
18. Нахождение необходимой информации по открытым интернет-источникам о перспективных направлениях развития МЭМС-устройств.

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 специальности	Тест	Выполнение более 70 % теста	Выполнение менее 70 % теста
	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 вы-	Тест	Выполнение теста на 70—100 %	Выполнение менее 70 % теста

	бранной специальности			
	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. Нанотехнология — 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 волны 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 квали-
фикацию | Б) обеспечить
компетент-
ность | В) дать обра-
зование | Г) обеспечить
трудоустрой-
ство | Д) обеспечить про-
фессиональную
мобильность |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|

8. Что такое планарная технология?

- | | | | |
|--|--|---|--|
| А) технология
создания плоских
фигур | Б) технология по-
следовательного
создания элементов
на плоскости | В) технология по-
следовательного со-
здания элементов в
тонком приповерх-
ностном слое | Г) технология од-
новременного со-
здания элементов
в тонком припо-
верхностном 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 обу-словлено (расставить в порядке значимости):

- | | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------|
| А) распространен-
ностью в природе | Б) отработанно-
стью технологий
микрообработки | В) электрофизиче-
скими свойствами | Г) механическими
свойствами |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------|

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 направ-
лению 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 микро-
системной техники
13. Основные методы микрообработки: литография, осаждение тонких пленок, ле-

гирование, 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 аттестации

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	Основы инженерной деятельности	ОК-7, ОК-10	Тест
2	Дисциплины учебного плана по направлению «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»	ОК-7, ОК-10	Тест
3	Этапы развития микроэлектроники	ОК-7, ОК-10	Тест
4	Компонентная база микро- и наносистемной техники	ОК-7, ОК-10	Тест
5	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. пособие [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/PRESENTATIONMultiphysics_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) «ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОСТИ»

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			