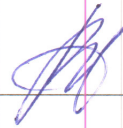


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Декан факультета



УТВЕРЖДАЮ

В.А. Небольсин

«29» июня 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«СВЧ микро- и наносистемы»

**Направление подготовки** 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

**Профиль** Нано- и микросистемная техника

**Квалификация выпускника** магистр

**Нормативный период обучения** 2 года

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2018

Автор программы

Зав. кафедрой физики твердого тела

Руководитель ОПОП



/К.Г. Королев/

/Ю.Е. Калинин/

/А.В. Калгин/

Воронеж 2018

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

формирование представлений об элементной базе СВЧ электроники и приобретение навыков ее проектирования, исследования и применения.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование навыков исследовательской деятельности по разработке и определению характеристик и областей применения СВЧ элементной базы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «СВЧ-микро и наносистемы» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «СВЧ-микро и наносистемы » направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен участвовать в разработке топологии интегральных схем, знаком с топологическими принципами построения интегральных схем.

ПК-3 - Способен принимать участие в разработке наногетероструктурных СВЧ устройств

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать топологические принципы построения интегральных схем
	уметь разрабатывать топологии интегральных схем
	Владеть способностью участвовать в разработке топологии интегральных схем, знаком с топологическими принципами построения интегральных схем
ПК-3	знать принципа работы наногетероструктурных устройств
	Уметь разрабатывать наногетероструктурные устройства
	Владеть способностью принимать участие в разработке наногетероструктурных СВЧ устройств

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «СВЧ-микро и наносистемы » составляет 5 з.е.

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

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54

В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	99	99
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

## 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.	СРС	Всего, час
1	Интегральные микросхемы	Классификация интегральных микросхем	9	3	24	36
2	Тонкие пленки в электронно-вычислительной аппаратуре	Методы получения тонких пленок. Материалы подложек ГИС	9	5	25	49
3	Разработка топологии ГИС	Алгоритм разработки ГИС. Данные для расчета размеров элементов ГИС. Основные ограничения на топологию ГИС. Основные принципы проектирования топологии ГИС. Определение оптимального удельного поверхностного сопротивления $\rho_D$ резистивной пленки. Определение удельной емкости $C_0$ диэлектрической пленки конденсаторов. Определение общей площади контактных площадок в микросхеме. Определение площади пленочных конденсаторов. Определение площади пленочных резисторов. Определение необходимой площади подложки микросхемы. Компоновка принципиальной электрической схемы устройства. Компоновка топологической структуры ГИС	9	5	25	49
4	Пленочные элементы гибридных интегральных схем	Пленочные резисторы. Расчет тонкопленочных резисторов. Конструкции точных пленочных резисторов. Тонкопленочные конденсаторы. Конструирование пленочных межсоединений и контактных площадок. Проектирование защитного слоя. Активные элементы	9	5	25	49
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>99</b>	<b>153</b>

### 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено 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-1	Знать топологические принципы построения интегральных схем	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать топологии интегральных схем	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью участвовать в разработке топологии интегральных схем, знаком с топологическими принципами построения интегральных схем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать принципа работы наногетероструктурных устройств	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать наногетероструктурные устройства	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью принимать участие в разработке наногетероструктурных СВЧ устройств	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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 3 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-1	Знать топологические принципы построения интегральных схем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь разрабатывать топологии интегральных схем	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью участвовать в разработке топологии интегральных схем, знаком с топологическими принципами построения интегральных схем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать принципа работы наногетероструктурных устройств	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь разрабатывать наногетероструктурные устройства	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью принимать участие в разработке наногетероструктурных СВЧ устройств	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## **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 (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)**

**7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)**

**7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)**

**7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**  
Не предусмотрено учебным планом

**7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**  
*Классификация интегральных микросхем*

*Методы получения тонких пленок. Материалы подложек ГИС*

*Алгоритм разработки ГИС. Данные для расчета размеров элементов ГИС. Основные ограничения на топологию ГИС. Основные принципы проектирования топологии ГИС. Определение оптимального удельного поверхностного*

*сопротивления  $rD$  резистивной пленки. Определение удельной емкости  $C0$  диэлектрической пленки конденсаторов. Определение общей площади контактных площадок в микросхеме. Определение площади пленочных конденсаторов. Определение площади пленочных резисторов. Определение необходимой площади подложки микросхемы. Компоновка принципиальной электрической схемы устройства. Компоновка топологической структуры ГИС*

*Пленочные резисторы. Расчет тонкопленочных резисторов. Конструкции точных пленочных резисторов. Тонкопленочные конденсаторы. Конструирование пленочных межсоединений и контактных площадок. Проектирование защитного слоя. Активные элементы*

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*

*2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов*

*3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.*

*4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.*

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Интегральные микросхемы	ПК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Тонкие пленки в электронно-вычислительной аппаратуре	ПК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

3	Разработка топологии ГИС	ПК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Пленочные элементы гибридных интегральных схем	ПК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

### **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 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. *Микроэлектроника [Текст] : учеб. пособие : допущено М-вом высш. и сред. спец. образования СССР : в 9 кн. Кн.7 : Микроэлектронные СВЧ-устройства/ И. Н. Филатов, О. А. Бакрунов, П. В. Панасенко / под ред. Л. А. Коледова. - М. : Высш. шк., 1987 (М. : Моск. тип. № 4 Союзполиграфпрома при Гос. ком. СССР по делам изд-в, полиграфии и кн. торговли, 1987). - 92, [4] с. : ил. - 0-15.*

2. *Сазонов, Дмитрий Михайлович. Антенны и устройства СВЧ [Текст] : учебник : допущено М-вом высш. и сред. спец. образования СССР. - Москва : Высшая школа, 1988 (М. : Моск. тип. № 8 Союзполиграфпрома, 1988). - 430, [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 426 (19 назв.). - ISBN 5-06-001149-6 : 1-40.*

### **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:

<http://cchgeu.ru>

<http://elibrary.ru>

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

*Для проведения лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет*

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

По дисциплине «СВЧ-микро и наносистемы» читаются лекции, проводятся практические занятия.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета \_\_\_\_\_. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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, 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	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
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; - выполнение домашних заданий и расчетов; - 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.