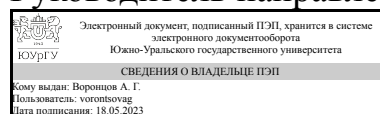


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



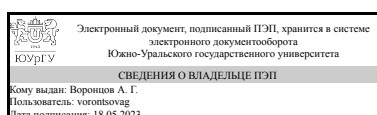
А. Г. Воронцов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.27 Интегральная электроника и наноэлектроника  
**для направления** 11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
**уровень** Бакалавриат  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Физика наноразмерных систем

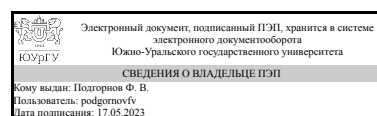
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., доц.



А. Г. Воронцов

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



Ф. В. Подгорнов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Основными целями преподавания и изучения дисциплины "Интегральная электроника и нанoeлектроника" являются изучение студентами конструкций и технологий производства реальных изделий микро- и нанoeлектроники, а также путей развития их производства и применения. Для достижения указанных целей решаются следующие задачи: изучение конструкций современных и перспективных интегральных полупроводниковых приборов; изучение конструктивно-технологического обеспечения производства изделий интегральной электроники и нанoeлектроники; изучение физико-химических закономерностей и математическое моделирование технологических процессов; изучение вопросов организации производства в электронной промышленности.

## Краткое содержание дисциплины

Курс Интегральная электроника и нанoeлектроника" состоит из двух основных частей - лекционного курса и практических занятий. На лекциях студенты получают представления обо всех темах курса прежде всего с позиций физико-технологических основ конструирования и технологии микро- и нанoeлектронных изделий. Практические занятия посвящены изучению конкретных образцов изделий, технологического оборудования и методов расчета и конструирования изделий микро- и нанoeлектроники. Изучаемые разделы: Современные конструкции элементов полупроводниковых ИМС; Конструкции перспективных электронных приборов; Конструкции и технологии корпусов и выводов ИМС; Физико-химические аспекты технологических операций; Общие производственные вопросы.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                             | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | Знает: понятия и отличительные особенности интегральной электроники и нанoeлектроники; основные принципы построения интегральных схем |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Перечень последующих дисциплин, видов работ         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1.О.10 Дифференциальные уравнения,<br>1.О.28 Введение в физику твердого тела,<br>1.О.16 Теоретические основы электротехники,<br>1.О.21 Статистические основы интеллектуального анализа данных,<br>1.О.09 Линейная алгебра и аналитическая геометрия,<br>1.О.11 Физика,<br>1.О.22 Материалы и компоненты электронной техники,<br>1.О.08 Математический анализ, | ФД.02 Квантовые технологии: состояние и перспективы |

|                                                                                                                                                      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1.О.26 Нанoeлектроника,<br>ФД.03 Наноструктурные материалы для<br>источников тока,<br>1.О.20 Основы теории вероятности и<br>стохастических процессов |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                        | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.11 Физика                                     | Знает: основы экспериментального метода исследования;методику обработки данных эксперимента, методики анализа физических систем, основные определения и законы физики, фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы Умеет: проводить простые эксперименты, грамотно представлять результаты измерений, оценивать погрешность, применять системный подход для решения физических задач, применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера Имеет практический опыт: проведения эксперимента, обработки экспериментальных данных, использования знаний физики и математики при решении практических задач |
| 1.О.10 Дифференциальные уравнения                 | Знает: области прикладного применения дифференциальных уравнений;Классификацию дифференциальных уравнений;основные способы решения дифференциальных уравнений Умеет: решать дифференциальные уравнения Имеет практический опыт: применения дифференциальных уравнений для решения задач                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1.О.28 Введение в физику твердого тела            | Знает: основные физические свойства материалов;физико-химические причины появления тех или иных свойств материалов Умеет: находить информацию о свойствах веществ Имеет практический опыт:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.О.09 Линейная алгебра и аналитическая геометрия | Знает: области прикладного применения линейной алгебры и аналитической геометрии;основные определения и теоремы линейной алгебры и аналитической геометрии Умеет: применять методы линейной алгебры и аналитической геометрии для решения задач теоретического и прикладного характера Имеет практический опыт:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1.О.16 Теоретические основы электротехники        | Знает: основные элементы электрических цепей, метода расчета электрических цепей Умеет: выполнять расчеты параметров электрических цепей постоянного и переменного тока Имеет практический опыт: сборки электрических схем и выполнения измерений в электрических цепях                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.20 Основы теории вероятности и стохастических процессов   | Знает: области прикладного применения теории вероятностей и стохастических процессов; основные определения и теоремы теории вероятностей и стохастических процессов<br>Умеет: находить вероятности в конкретных задачах, находить параметры распределений случайных величин и стохастических процессов<br>Имеет практический опыт: нахождения параметров функции распределения случайной величины                                                                                                                |
| ФД.03 Наноструктурные материалы для источников тока           | Знает: примеры практического использования наноструктурных материалов; устройство и материалы современных источников тока<br>Умеет:<br>Имеет практический опыт:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1.О.21 Статистические основы интеллектуального анализа данных | Знает: области прикладного применения математической статистики; основные определения и теоремы математического статистики<br>Умеет: применять законы математической статистики для обработки экспериментальных данных и подтверждения гипотез<br>Имеет практический опыт: использования математической статистики для обработки экспериментальных данных и подтверждения гипотез                                                                                                                                |
| 1.О.08 Математический анализ                                  | Знает: области прикладного применения дифференциального и интегрального исчисления; основные определения и теоремы математического анализа<br>Умеет: применять методы математического анализа для решения задач теоретического и прикладного характера<br>Имеет практический опыт:                                                                                                                                                                                                                               |
| 1.О.22 Материалы и компоненты электронной техники             | Знает: основные материалы, используемые в электронике; ключевые компоненты, использующиеся в электронных схемах, основные методы экспериментального исследования свойств материалов и параметров компонентов электронной техники<br>Умеет: осуществлять подбор материалов для изготовления электронной техники, проводить измерения свойств материалов и параметров компонентов электронной техники<br>Имеет практический опыт: измерения свойств материалов, представления и обработки экспериментальных данных |
| 1.О.26 Нанoeлектроника                                        | Знает: фундаментальные законы природы, определяющие функционирование объектов нанометровых размеров; отличительные особенности нанoeлектронных систем<br>Умеет: использовать законы физики для прогнозирования поведения нанoeлектронных систем<br>Имеет практический опыт:                                                                                                                                                                                                                                      |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч.  
контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|
|                                                                            |             | в часах                    |
|                                                                            |             | Номер семестра             |
|                                                                            |             | 7                          |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                        |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 48          | 48                         |
| Лекции (Л)                                                                 | 16          | 16                         |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 32                         |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                          |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 53,75       | 53,75                      |
| Подготовка к зачету                                                        | 20          | 20                         |
| Подготовка к контрольным работам                                           | 33,75       | 33.75                      |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 6,25        | 6,25                       |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                      |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                        | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                         | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Современные конструкции элементов полупроводниковых ИМС | 8                                         | 2 | 6  | 0  |
| 2         | Конструкции перспективных электронных приборов          | 14                                        | 4 | 10 | 0  |
| 3         | Конструкции и технологии корпусов и выводов ИМС         | 6                                         | 2 | 4  | 0  |
| 4         | Физико-химические аспекты технологических операций      | 16                                        | 6 | 10 | 0  |
| 5         | Общие производственные вопросы                          | 4                                         | 2 | 2  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                 | Кол-во часов |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Связь электрических параметров ИМС с физическими параметрами полупроводниковых структур | 2            |
| 2        | 2         | Теоретические основы одноэлектроники                                                    | 2            |
| 3        | 2         | Основы функциональной электроники                                                       | 2            |
| 4        | 3         | Проблемы микроконтактирования в электронике. Конструкции выводов ИМС                    | 2            |
| 5        | 4         | Диффузия примеси в полупроводник. Маскирующие свойства SiO <sub>2</sub>                 | 2            |
| 6        | 4         | Окисление и травление SiO <sub>2</sub>                                                  | 2            |
| 7        | 4         | Экспонирование при фотолитографии и электронно-лучевой литографии                       | 2            |
| 8        | 5         | Специфика организации производства в электронной промышленности                         | 2            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Конструкции транзисторов для ИМС с повышенным быстродействием и степенью интеграции                   | 4            |
| 2         | 1         | Конструкции пассивных элементов и разводки для ИМС с повышенным быстродействием и степенью интеграции | 2            |
| 3         | 2         | Конструкции транзисторов и диодов на углеродных нанотрубках                                           | 2            |
| 4         | 2         | Конструкции транзисторов и диодов на полупроводниковых гетероструктурах                               | 2            |
| 5         | 2         | Конструкции осветительных приборов и дисплеев на углеродных нанотрубках                               | 2            |
| 6         | 2         | Конструкции приборов одноэлектроники                                                                  | 2            |
| 7         | 2         | Конструкции приборов опто- и акустоэлектроники                                                        | 2            |
| 8         | 3         | Технологии и оборудование для микроконтактирования в технологии ИМС                                   | 2            |
| 9         | 3         | Технологии и оборудование герметизации ИМС                                                            | 2            |
| 10        | 4         | Математическое моделирование диффузии примесей в полупроводник                                        | 4            |
| 11        | 4         | Технологии и оборудование для легирования полупроводника                                              | 2            |
| 12        | 4         | Технологии и оборудование для литографических процессов                                               | 2            |
| 13        | 4         | Технологии и оборудование для очистки поверхности                                                     | 2            |
| 14        | 5         | Оборудование чистых комнат и расходные материалы                                                      | 2            |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |              |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС          | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к зачету | 1 Миловзоров, О. В. Электроника [Текст] учеб. для вузов О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2006. - 287, [1] 2 Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника Полн. курс: Учеб. для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Под ред. О. П. Глудкина. - М.: Горячая линия-Телеком, 2000 3. Барыбин, А. А. Электроника и микроэлектроника: Физико-технологические основы Учеб. пособие для вузов по направлениям 550700 и 654100 "Электроника и микроэлектроника"... А. А. Барыбин. - М.: Физматлит, 2006. 4. Гальперин, М. В. Электронная техника [Текст] учеб. для сред. проф. образования по специальностям 1900 "Приборостроение", 2000 "Электроника и | 7       | 20           |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |       |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|
|                                  | микроэлектроника, радиотехника и телекоммуникации", 2100<br>"Автоматизация и упр.", 2200<br>"Информатика и вычисл. техника" М. В. Гальперин. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М.: Форум: ИНФРА-М, 2007                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |       |
| Подготовка к контрольным работам | 1 Миловзоров, О. В. Электроника [Текст] учеб. для вузов О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2006. - 287, [1] 2 Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника Полн. курс: Учеб. для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Под ред. О. П. Глудкина. - М.: Горячая линия-Телеком, 2000 3. Гальперин, М. В. Электронная техника [Текст] учеб. для сред. проф. образования по специальностям 1900 "Приборостроение", 2000 "Электроника и микроэлектроника, радиотехника и телекоммуникации", 2100 "Автоматизация и упр.", 2200 "Информатика и вычисл. техника" М. В. Гальперин. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М.: Форум: ИНФРА-М, 2007 | 7 | 33,75 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-мestr | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                         | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 7        | Текущий контроль | Контрольная работа 1              | 1   | 5          | Требуется дать письменные ответы на 5 вопросов<br>5 баллов- 5 правильных ответов<br>4 балла- 4 правильных ответа<br>3 балла- 3 правильных ответа<br>2 балла- 2 правильных ответа<br>1 балл - 1 правильный ответ<br>0 баллов- 0 правильных ответов | зачет            |
| 2    | 7        | Текущий контроль | Контрольная работа 2              | 1   | 5          | Требуется дать письменные ответы на 5 вопросов<br>5 баллов- 5 правильных ответов<br>4 балла- 4 правильных ответа<br>3 балла- 3 правильных ответа                                                                                                  | зачет            |

|   |   |                          |                      |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                   |       |
|---|---|--------------------------|----------------------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                      |   |   | 2 балла- 2 правильных ответа<br>1 балл - 1 правильный ответ<br>0 баллов- 0 правильных ответов                                                                                                                                                     |       |
| 3 | 7 | Текущий контроль         | Контрольная работа 3 | 2 | 5 | Требуется дать письменные ответы на 5 вопросов<br>5 баллов- 5 правильных ответов<br>4 балла- 4 правильных ответа<br>3 балла- 3 правильных ответа<br>2 балла- 2 правильных ответа<br>1 балл - 1 правильный ответ<br>0 баллов- 0 правильных ответов | зачет |
| 4 | 7 | Текущий контроль         | Контрольная работа 4 | 1 | 5 | Требуется дать письменные ответы на 5 вопросов<br>5 баллов- 5 правильных ответов<br>4 балла- 4 правильных ответа<br>3 балла- 3 правильных ответа<br>2 балла- 2 правильных ответа<br>1 балл - 1 правильный ответ<br>0 баллов- 0 правильных ответов | зачет |
| 5 | 7 | Промежуточная аттестация | Зачет                | - | 5 | Требуется дать письменные ответы на 5 вопросов<br>5 баллов- 5 правильных ответов<br>4 балла- 4 правильных ответа<br>3 балла- 3 правильных ответа<br>2 балла- 2 правильных ответа<br>1 балл - 1 правильный ответ<br>0 баллов- 0 правильных ответов | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                           | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Прохождение контрольного мероприятия не является обязательным. При недостаточном количестве баллов студент выполняет зачетное задание - отвечает письменно на 5 вопросов по темам всего курса. На выполнение зачетного задания отводится 2 академических часа. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                   | № КМ |   |   |   |   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                       | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ОПК-1       | Знает: понятия и отличительные особенности интегральной электроники и нанoeлектроники; основные принципы построения интегральных схем | +    | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Миловзоров, О. В. Электроника [Текст] учеб. для вузов О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2006. - 287, [1] с. ил.
2. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника Полн. курс: Учеб. для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Под ред. О. П. Глудкина. - М.: Горячая линия-Телеком, 2000

*б) дополнительная литература:*

1. Гальперин, М. В. Электронная техника [Текст] учеб. для сред. проф. образования по специальностям 1900 "Приборостроение", 2000 "Электроника и микроэлектроника, радиотехника и телекоммуникации", 2100 "Автоматизация и упр.", 2200 "Информатика и вычисл. техника" М. В. Гальперин. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М.: Форум: ИНФРА-М, 2007

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Квантовая электроника: Квантовая электроника и ее применения Ежемес. журн. Рос. акад. наук, Физ. ин-т им. П. Н. Лебедева, Ин-т общ. физики, Моск. инженер.-физ. ин-т, Междунар. учеб.-науч. лазер. центр МГУ, Ин-т лазерной физики СО РАН, НИИ лазерной физики, НПО "Астрофизика", НИИ "Полус" им. М.Ф. Стельмаха журнал. - М.: Радио и связь, 1974-
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики ежемес. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние физч. наук журнал. - М.: Наука, 1931-

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Нанoeлектроника: метод. указания / А. М. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология приборостроения // Челябинск: ЮУрГУ, 2015

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Нанoeлектроника: метод. указания / А. М. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология приборостроения // Челябинск: ЮУрГУ, 2015

**Электронная учебно-методическая документация**

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                      |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Орлова, М. Н. Нанoeлектроника. Курс лекций : учебное пособие / М. Н. Орлова, И. В. Борзых. — Москва : МИСИС, 2013. — 50 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/47464">https://e.lanbook.com/book/47464</a>                                      |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Игнатов, А. Н. Микросхемотехника и нанoeлектроника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. <a href="https://e.lanbook.com/book/167901">https://e.lanbook.com/book/167901</a>                                         |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Нанoeлектроника: теория и практика : учебник / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. А. Уткина. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. <a href="https://e.lanbook.com/book/151562">https://e.lanbook.com/book/151562</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
3. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| Вид занятий                     | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | 607<br>(16) | Компьютер, проектор                                                                                                                              |
| Практические занятия и семинары | 305<br>(16) | Компьютер, проектор                                                                                                                              |