


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ИФФВТ  
от 24 мая 2023 г. протокол № 10  
Председатель \_\_\_\_\_ (Рыбин В. В.)  
(подпись, расшифровка подписи)



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ</b>
Факультет	<b>Инженерно-физический факультет высоких технологий</b>
Наименование кафедры	<b>Кафедра радиофизики и электроники (РФЭ)</b>
Курс	<b>3</b>

Направление (специальность): **03.03.03 – радиофизика** (бакалавриат)

Направленность (профиль/специализация): **Твердотельная электроника и наноэлектроника**

Форма обучения **очная**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **« 01 » сентября 2023г.**

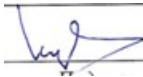
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
<b>Сабитов О.Ю.</b>	<b>Радиофизики и электроники</b>	<b>Проф. кафедры РФЭ, д.ф.-м.н., доцент</b>

<b>СОГЛАСОВАНО</b>	
Заведующий выпускающей кафедрой	
	/ Гурин Н.Т./
Подпись	ФИО
« 16 »	05 2023 г..

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели освоения дисциплины:** формирование у студентов теоретических знаний, практических навыков и умений моделирования и экспериментального исследования различных полупроводниковых электронных приборов с отрицательным дифференциальным сопротивлением.

**Задачи освоения дисциплины:**

- усвоение основных принципов работы и функционирования полупроводниковых приборов с отрицательным дифференциальным сопротивлением;
- изучение методов анализа полупроводниковых приборов с отрицательным дифференциальным сопротивлением;
- овладение методикой расчета и измерения параметров полупроводниковых с отрицательным дифференциальным сопротивлением.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Полупроводниковые приборы с отрицательным дифференциальным сопротивлением» (Б1.В.1.09) является обязательной и относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Данная дисциплина является одной из профилирующих дисциплин в системе подготовки бакалавра по направлению 03.03.03 «Радиофизика». Она охватывает широкий круг вопросов и связана со многими дисциплинами, направленными на формирование компетенций, необходимых для решения современных задач исследования и моделирования полупроводниковых электронных приборов и устройств на их основе.

Дисциплина «Полупроводниковая электроника» предлагается студентам в 6-ом семестре 3-ого курса очной формы обучения и основывается на компонентах компетенций, сформированных у обучающихся в ходе изучения предшествующих учебных дисциплин учебного плана:

- «Электричество и магнетизм»;
- «Теория колебаний»;
- «Колебания и волны, оптика».


Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- знать основные законы теории цепей, принцип действия простейших электронных устройств;
- иметь представление о свойствах и характеристиках биполярных и полевых транзисторов;
- иметь способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности и самостоятельно приобретать новые знания с использованием современных образовательных и информационных технологий.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- «Физика полупроводников»;
- «Статистическая радиофизика и нанооптика»;

а также при подготовке и сдаче государственного экзамена.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:


Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-1 Теоретическое исследование электронных средств	<p>ИД-1пк1 Знать физические процессы и явления в полупроводниках и полупроводниковых структурах</p> <p>ИД-2пк1 Уметь проводить теоретический анализ процессов и явлений в полупроводниках и полупроводниковых структурах</p> <p>ИД-3пк1 Владеть методиками расчета параметров и характеристик полупроводников и полупроводниковых структур</p>
ПК-2. Выполнение научно-исследовательских работ электронных средств	<p>ИД-1пк2 Знать общие сведения о составе документации на проведение НИР электронных средств</p> <p>ИД-2пк2 Уметь определить вид документации на проведение НИР и осуществлять поиск в сети "Интернет" материально-технических и информационных ресурсов для обеспечения НИР электронных средств</p> <p>ИД-3пк2 Владеть навыками определения вида документации на проведение НИР электронных средств</p>

### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 4 ЗЕТ.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения - очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	48/48	48/48
Аудиторные занятия:	48/48	48/48
Лекции (в т.ч. 0 ПрП)	16/16	16/16
семинары и практические		

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		


занятия (в т.ч. 0 ПрП)		
лабораторные работы, практикумы (в т.ч. 0 ПрП)	32/32	32/32
Самостоятельная работа	96/96 (из них 36 - контроль)	96/96 (из них 36 - контроль)
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	тестирование, устный опрос	тестирование, устный опрос
Курсовая работа		
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
Всего часов по дисциплине	<b>144/144</b>	<b>144/144</b>

\* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения

#### 4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Введение		1				6 (в том числе 2 контроль)	тестирование, устный опрос
2. Общие свойства приборов с ОДС		1				12 (в том числе 4 контроль)	тестирование, устный опрос
3. ПРИБОРЫ С ОДС ПЕРВОГО КЛАССА		2				26 (в том числе 10 контроль)	тестирование, устный опрос
4. ПРИБОРЫ С ОДС ВТОРОГО КЛАССА		8		24		26 (в том числе 10 контроль)	тестирование, устный опрос

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

						б)	опрос
<b>5. ПРИБОРЫ С ОДС ПЕРВОГО И ВТОРОГО КЛАССОВ</b>		4		8		26 (в том числе 10 контрол ь)	тестирование, устный опрос
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>16</b>		<b>32</b>		<b>96</b>	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

### Тема 1. Введение.

- 1.1. Значение полупроводниковых приборов с ОДС в развитии твердотельной электроники.
- 1.2. Понятие об отрицательном сопротивлении и отрицательной проводимости.
- 1.3. Полупроводниковый прибор как отрицательное сопротивление.
- 1.4. Классификация приборов с ОДС по числу электродов, механизму первоначального изменения проводимости, структуре приборов, форме статической ВАХ.
- 1.5. Основные особенности приборов с ОДС I и II классов.
- 1.6. Сравнительная характеристика параметров приборов с ОДС II класса.

### Тема 2. Общие свойства приборов с ОДС.

- 2.1. Обратная связь в приборах с ОДС: положительная и отрицательная.
- 2.2. Взаимосвязь вида ВАХ с типом обратной связи и характером реактивности приборов с ОДС.
- 2.3. Принцип дуальности приборов с ОДС, имеющих ВАХ I и II классов.
- 2.4. Условия появления участка ОДС на ВАХ.

### Тема 3. ПРИБОРЫ С ОДС ПЕРВОГО КЛАССА.

#### 3.1. Туннельные диоды (ТД).

- 3.1.1. Физические процессы в ТД, обуславливающие появление ОДС.
- 3.1.2. Основные особенности и отличия туннельных переходов от обычных *p-n*-переходов.
- 3.1.3. Параметры ТД.
- 3.1.4. Эквивалентная схема замещения и частотные свойства ТД.
- 3.1.5. Зависимость параметров ТД от температуры и радиации.
- 3.1.6. Типы ТД по структуре и технологии изготовления.
- 3.1.7. Подача напряжения смещения на ТД.

#### 3.2. Обращенные диоды: ВАХ, принцип действия.


### Тема 4. ПРИБОРЫ С ОДС ВТОРОГО КЛАССА.

#### 4.1. Динисторы.

- 4.1.1. Обобщенная структура и ВАХ.
- 4.1.2. Принцип действия.
- 4.1.3. Эквивалентные схемы замещения.
- 4.1.4. Шунтирование катодного эмиттера. Распределенные шунты.
- 4.1.5. Режимы переключения динистора: под действием напряжения (статический), с модулируемой нагрузкой (статический), с помощью эффекта "*du/dt*" (динамический, неконтролируемый).
- 4.1.6. Способы выключения динистора.
- 4.1.7. Времена переключения динистора.

#### 4.2. Тиристоры.

- 4.2.1. Обобщенная структура, семейство ВАХ, физические процессы при управляющем воздействии.
- 4.2.2. Эквивалентные схемы замещения.
- 4.2.3. Статическая модель тиристора.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

4.2.4. Динамическая модель тиристора.

4.2.5. Статические режимы работы тиристора: моностабильный, бистабильный, с модулируемой нагрузкой.

4.2.6. Режимы переключения (управления) тиристора: гальванический, оптоэлектронный, полевой, магнитным полем, тепловой (неконтролируемый).

4.2.7. Методы повышения стойкости к эффекту “ $du/dt$ ”.

#### **4.3. Симисторы.**

4.3.1. Структуры, ВАХ, типы симисторов по режимам управления.

4.3.2. Эквивалентные схемы замещения: традиционные, трехтранзисторные.

4.3.3. Симисторные оптопары с одноканальным и дифференциальным управлением.

4.3.4. Статическая модель симисторов с гальваническим, оптоэлектронным, полевым, магнитными механизмами управления.

4.3.5. Динамическая модель симисторов.

#### **4.4. Однопереходные транзисторы.**

4.4.1. Структура, ВАХ, принцип действия.

4.4.2. Эквивалентная схема замещения.

#### **4.5. Особенности менее распространенных приборов с ОДС II класса.**

4.5.1. S-диод.

4.5.2. Лавинный транзистор.

4.5.3. Транзистор с коллекторной “утечкой”.

4.5.4. Инжекционно-полевой транзистор.

4.5.5. Модуляционный транзистор.

4.5.6. Халькогенидный пороговый переключатель.

4.5.7. Криосар.

4.5.8. Лавинно-инжекционный диод.

### **Тема 5. ПРИБОРЫ С ОДС ПЕРВОГО И ВТОРОГО КЛАССОВ.**

#### **5.1. Бинистор: структура, ВАХ, принцип действия.**

#### **5.2. N-транзисторы.**

5.2.1. N-триод, негатрон: структуры, ВАХ, принцип действия.

5.2.2. Интегральные биполярно-полевые N-приборы.

5.2.3. Интегральный транзистор с защитой от перенапряжения.

5.2.4. Симметричный N-прибор.

#### **5.3. Полупроводниковые приборы с ОДС СВЧ-диапазона.**

5.3.1. Диод Ганна.

5.3.2. Лавинно-пролетный диод.

5.3.3. Инжекционно-пролетный диод.

## **6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**


Данный вид работы не предусмотрен УП

## **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**

### **Тема 5. ПРИБОРЫ С ОДС ПЕРВОГО И ВТОРОГО КЛАССОВ**

**Лабораторная работа 1 " Исследование N-транзистора ".** Цель: Изучение принципа работы структуры N-транзистора; экспериментальное исследование статических параметров прибора.

**Содержание лабораторной работы:** Исследование статических ВАХ N-транзистора. Расчет значения отрицательной дифференциальной проводимости. **Результаты лабораторной рабо-**

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

**ты:** графики ВАХ N-транзистора Значения отрицательной дифференциальной проводимости N-транзистора.

#### **Тема 4. ПРИБОРЫ С ОДС ВТОРОГО КЛАССА**

**Лабораторная работа 2 " Исследование тиристора ". Цель:** Изучение принципа работы структуры тиристора; экспериментальное исследование статических и динамических параметров тиристора. **Содержание лабораторной работы:** Исследование статических ВАХ тиристора. Расчет среднего значения отрицательного дифференциального сопротивления. **Результаты лабораторной работы:** графики ВАХ тиристора. Средние значения отрицательного дифференциального сопротивления тиристора.

#### **Тема 4. ПРИБОРЫ С ОДС ВТОРОГО КЛАССА.**


**Лабораторная работа 3 «Исследование двухтранзисторной эквивалентной схемы тиристора с катодным эмиттерным шунтированием». Цель:** Изучение принципа работы двухтранзисторной эквивалентной схемы тиристора; экспериментальное исследование статических параметров эквивалентной схемы тиристора в зависимости от катодного эмиттерного шунтирования. **Содержание лабораторной работы:** Исследование влияние шунта на статические ВАХ тиристора. Расчет среднего значения отрицательного дифференциального сопротивления. **Результаты лабораторной работы:** графики ВАХ тиристора. Средние значения отрицательного дифференциального сопротивления тиристора..

### **8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

Данный вид работы не предусмотрен УП.

### **9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Понятие об отрицательном сопротивлении и отрицательной проводимости.
2. Полупроводниковый прибор как отрицательное сопротивление.
3. Классификация приборов с ОДС по числу электродов, механизму первоначального изменения проводимости, структуре приборов, форме статической ВАХ.
4. Основные особенности приборов с ОДС I и II классов.
5. Сравнительная характеристика параметров приборов с ОДС II класса.
6. Обратная связь в приборах с ОДС: положительная и отрицательная.
7. Взаимосвязь вида ВАХ с типом обратной связи и характером реактивности приборов с ОДС.
8. Принцип дуальности приборов с ОДС, имеющих ВАХ I и II классов.
9. Условия появления участка ОДС на ВАХ.
10. Физические процессы в туннельном диоде, обуславливающие появление ОДС.
11. Основные особенности и отличия туннельных переходов от обычных *p-n*-переходов.
12. Параметры ТД.
13. Эквивалентная схема замещения и частотные свойства ТД.
14. Зависимость параметров ТД от температуры и радиации.
15. Типы ТД по структуре и технологии изготовления.
16. Подача напряжения смещения на ТД.
17. Обратные диоды: ВАХ, принцип действия.
18. Обобщенная структура и ВАХ динистора.
19. Принцип действия динистора.
20. Эквивалентные схемы замещения динистора.
21. Шунтирование катодного эмиттера динистора. Распределенные шунты.
22. Режимы переключения динистора: под действием напряжения (статический), с модулируемой нагрузкой (статический), с помощью эффекта "*du/dt*" (динамический, неконтролируемый).
23. Способы выключения динистора.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

24. Времена переключения динистора.
25. Обобщенная структура тиристора, семейство ВАХ, физические процессы при управляющем воздействии.
26. Эквивалентные схемы замещения тиристора
27. Статическая модель тиристора.
28. Динамическая модель тиристора.
29. Статические режимы работы тиристора: моностабильный, бистабильный, с модулируемой нагрузкой.
30. Режимы переключения (управления) тиристора: гальванический, оптоэлектронный, полевой, магнитным полем, тепловой (неконтролируемый).
31. Методы повышения стойкости к эффекту “ $du/dt$ ”.
32. Структуры, ВАХ, типы симисторов по режимам управления.
33. Эквивалентные схемы замещения симистора: традиционные, трехтранзисторные.
34. Симисторные оптопары с одноканальным и дифференциальным управлением.
35. Статическая модель симисторов с гальваническим, оптоэлектронным, полевым, магнитным механизмами управления.
36. Динамическая модель симисторов.
37. Структура, ВАХ, принцип действия Однопереходного транзистора. Эквивалентная схема замещения.
38. S-диод.
39. Лавинный транзистор.
40. Транзистор с коллекторной “утечкой”.
41. Инжекционно-полевой транзистор.
42. Модуляционный транзистор.
43. Халькогенидный пороговый переключатель.
44. Криосар.
45. Лавинно-инжекционный диод.
46. Бинистор: структура, ВАХ, принцип действия.
47. N-триод, негатрон: структуры, ВАХ, принцип действия.
48. Интегральные биполярно-полевые N-приборы.
49. Интегральный транзистор с защитой от перенапряжения.
50. Симметричный N-прибор.
51. Диод Ганна.
52. Лавинно-пролетный диод.
53. Инжекционно-пролетный диод.


## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

### Форма обучения **очная**

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы ( <i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i> )	Объем в часах	Форма контроля ( <i>проверка решения задач, реферата и</i>
-------------------------	--	---------------	--



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

			др.)
1. Введение	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины для подготовки к практическим занятиям и выполнению лабораторного практикума; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	4	тестирование, устный опрос, экзамен
2. Общие свойства приборов с ОДС	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины для подготовки к практическим занятиям и выполнению лабораторного практикума; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	8	тестирование, устный опрос, экзамен
3. ПРИБОРЫ С ОДС ПЕРВОГО КЛАССА	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины для подготовки к практическим занятиям и выполнению лабораторного практикума; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	16	тестирование, устный опрос, экзамен
4. ПРИБОРЫ С ОДС ВТОРОГО КЛАССА	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины для подготовки к практическим занятиям и выполнению лабораторного практикума; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	16	тестирование, устный опрос, экзамен
5. ПРИБОРЫ С ОДС ПЕРВОГО И ВТОРОГО КЛАССОВ	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины для подготовки к практическим занятиям и выполнению лабораторного практикума; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	16	тестирование, устный опрос, экзамен

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


### а) Список рекомендуемой литературы основная:

1. *Миловзоров, О. В.* Электроника : учебник для вузов / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 344 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00077-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510731>.

2. *Новожилов, О. П.* Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 382 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03513-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512849>.





Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

## 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

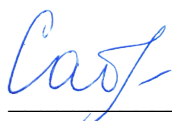
– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации». Для проведения лабораторных работ используется следующее оборудование: средства для измерения и визуализации частотных и временных характеристик сигналов, средства для измерения параметров электрических цепей, Б5-500М (источник питания), В/м В7-20/3, В7-43, В7-451, В/м В7-40/3, В7-43, В7-451, В/м В7-20/3, В7-43, В7-451, В/м циф. В7-16-В7-35(В7-16-35), вольтметр В73-42 электрометрический, В/м В7-20/3, В7-43, В7, В/м циф. В7-16-В7-35(В7-16-35), прибор Е7-14, прибор Л 2-56, прибор Л 2-56, прибор МДР-бу Осциллограф ( С1-83, 7), осциллограф (С1-73, 2), осциллографы АКПП-4115/4А. Генераторы OWON AG 1022F. Учебные стенды лабораторные LESO3. Частотомеры MS 6100. Источники питания НУ3005D 0-30v/5A. Генератор сигналов низкочастотный (ГЗ-120, 2), измеритель цифровой (Е7-12/1). Измеритель параметров модульных транзисторов (Л2-42, 5), измеритель параметров маломощных транзисторов (Л2-77, 2), измеритель цифровой универсальный (Е7-11, 2). Автоматизированный лабораторный стенд для исследования биполярных структур ТЭ-БС. Автоматизированный лабораторный стенд для исследования униполярных структур ТЭ-УС.

Разработчик



подпись

профессор кафедры РФЭ

должность

О. Ю. Сабитов

ФИО