

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

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета ИФФВТ  
от 21 мая 2024 г. протокол № 10  
Председатель \_\_\_\_\_ (Рыбин В.В.)  
*(по текст, расшифровка подписи)*



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>Оптоэлектронные устройства</b>
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Кафедра радиофизики и электроники
Курс	2 - очная форма обучения

Направление (специальность): 03.04.02 Физика

Направленность (профиль/специализация): Физика полупроводников. Микроэлектроника

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: 01.09.2024 г.

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
Гурин Нектарий Тимофеевич	Кафедра радиофизики и электроники	Заведующий кафедрой, Доктор физико-математических наук, Профессор

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является подготовка физика к деятельности в области разработки и исследования оптоэлектронных устройств, являющихся одним из важнейших компонентов современной электроники.

### Задачи освоения дисциплины:

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение основных принципов создания и функционирования оптоэлектронных устройств различного назначения;
- ознакомление с достижениями и перспективными направлениями развития оптоэлектронных устройств;
- формирование у студентов навыков исследования отдельных компонентов оптоэлектронных устройств и оформления отчетов о результатах исследования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Оптоэлектронные устройства» относится к числу дисциплин блока Б1.В.ДВ.01, предназначенного для студентов, обучающихся по направлению: 03.04.02 Физика.

В процессе изучения дисциплины формируются компетенции: ПК-2, ПК-4.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин как: Проектная деятельность, Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика, Телекоммуникационная техника и волоконная оптика, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, СВЧ-приборы и интегральные микросхемы, Материалы электронной техники, Радиофизика, Методы контроля и диагностики полупроводниковых приборов, Электроника СВЧ, Автоматизированные методы анализа, контроля и диагностики полупроводниковых приборов, Микро- и нанoeлектроника, Иностраный язык в профессиональной деятельности и межкультурной коммуникации.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-4 способность моделировать научные задачи и новые технологические процессы в области физики полупроводников, микроэлектроники и радиофизики	<p><b>знать:</b> принципы работы и методы исследования и моделирования современных оптоэлектронных устройств.</p> <p><b>уметь:</b> использовать знание принципов работы при исследовании моделировании и синтезе современных оптоэлектронных устройств.</p> <p><b>владеть:</b> методами исследования и моделирования параметров и характеристик основных групп оптоэлектронных устройств.</p>
ПК-2 способность оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и представлять научно-исследовательские результаты на семинарах и конференциях	<p><b>знать:</b> : методики составления и оформления научных отчетов, обзоров, докладов.</p> <p><b>уметь:</b> осуществлять поиск информации и самостоятельно составлять и оформлять научные отчеты, обзоры, доклады.</p> <p><b>владеть:</b> навыками самостоятельного составления и оформления научных отчетов, обзоров, докладов.</p>

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 3 ЗЕТ

##### 4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 108 часов

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u> )	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		3
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	72	72
Аудиторные занятия:	72	72
Лекции	18	18
Семинары и практические занятия	18	18
Лабораторные работы, практикумы	36	36
Самостоятельная работа	36	36
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Тестирование	Тестирование
Курсовая работа	-	-

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u> )	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		3
1	2	3
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Зачёт	Зачёт
Всего часов по дисциплине	108	108

### 4.3. Содержание дисциплины. 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
<b>Раздел 1. Введение</b>							
Тема 1.1. . Введение	2	1	0	0	0	1	Тестирование
<b>Раздел 2. Основные свойства оптического излучения как носителя информации.</b>							
Тема 2.1. Основы фотометрии.	2	1	0	0	0	1	Тестирование
Тема 2.2. Психологические особенности и зрения человека-оператора	3	1	1	0	0	1	Тестирование
Тема 2.3. Основные свойства оптического излучения как носителя информации.	2	0	1	0	0	1	Тестирование

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
<b>Раздел 3. Устройства оптоэлектроники</b>							
Тема 3.1. Излучатели	34	2	3	12	0	17	Тестирование
Тема 3.2. Устройства управления световым лучом	2	1	0	0	0	1	Тестирование
Тема 3.3. Фотоприемники	33	3	3	20	0	7	Тестирование
Тема 3.4. Оптроны	7	2	0	4	0	1	Тестирование
Тема 3.5. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)	4	0	3	0	0	1	Тестирование
Тема 3.6. Индикаторы	9	4	3	0	0	2	Тестирование
Тема 3.7. Оптоэлектронные датчики	2	0	1	0	0	1	Тестирование
Тема 3.8. Оптоэлектронные системы обработки информации	4	3	0	0	0	1	Тестирование
Тема 3.9. Фотопреобразователи солнечного излучения	4	0	3	0	0	1	Тестирование
<b>Итого подлежит</b>	108	18	18	36	0	36	

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	
изучению								

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. Введение

#### Тема 1.1. . Введение

. Введение. Оптоэлектроника как одно из важнейших направлений развития современной электроники. Преимущества оптоэлектронных устройств. История и этапы развития оптоэлектроники. Классификация оптоэлектронных устройств.

### Раздел 2. Основные свойства оптического излучения как носителя информации.

#### Тема 2.1. Основы фотометрии.

Основы фотометрии.

#### Тема 2.2. Психофизиологические особенности зрения человека-оператора

Психофизиологические особенности зрения человека-оператора

#### Тема 2.3. Основные свойства оптического излучения как носителя информации.

Основные свойства оптического излучения как носителя информации.

### Раздел 3. Устройства оптоэлектроники

#### Тема 3.1. Излучатели

Излучатели. Инжекционная и предпробойная электролюминесценция. Классификация излучателей. Излучающие диоды. Твердотельные и полупроводниковые лазеры. Многоэлементные излучатели.

#### Тема 3.2. Устройства управления световым лучом

Устройства управления световым лучом. Электрооптические, акустооптические и магнитооптические эффекты. Модуляторы. Дефлекторы

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

### **Тема 3.3. Фотоприемники**

Фотоприемники. Фотопроводимость и фотогальванические эффекты. Одноэлементные фотоприемники: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры. Многоэлементные фотоприемники: линейки и матрицы фотодиодов, фототранзисторов, приборы с зарядовой связью, сканисторы, нейроконы.

### **Тема 3.4. Оптроны**

. Оптроны. Назначение и устройство оптопар. Классификация оптопар. Основные свойства и области применения оптронов. Оптоэлектронные микросхемы.

### **Тема 3.5. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)**

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). Основы фокусировки и распространения света. Волоконные световоды. Компоненты ВОЛС.

### **Тема 3.6. Индикаторы**

Индикаторы. Основные физические эффекты, используемые в активных и пассивных индикаторах. Классификация индикаторов. Одноэлементные, знаковые, шкальные индикаторы и индикаторные панели. Активные индикаторы: светодиодные, электролюминесцентные, катодолуминесцентные, газоразрядные, накальные; Пассивные индикаторы: жидкокристаллические, электрохимические индикаторы. Методы адресации и способы ввода информации в индикаторах. Индикаторы с внешней адресацией ячеек. Индикаторы с внутренней адресацией ячеек (с самосканированием).

### **Тема 3.7. Оптоэлектронные датчики**

Оптоэлектронные датчики. Фотодатчики. Датчики перемещений и давлений на основе оптронов и ВОЛС.

### **Тема 3.8. Оптоэлектронные системы обработки информации**

Оптоэлектронные системы обработки информации. Оптические процессоры. Компоненты оптических процессоров. Оптоэлектронные процессоры и их компоненты. Пространственно-временные модуляторы света. Оптические запоминающие устройства. Элементы интегральной оптики.

### **Тема 3.9. Фотопреобразователи солнечного излучения**

Фотопреобразователи солнечного излучения. Принцип действия. Основные характеристики и параметры. Виды фотопреобразователей.

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

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

### Раздел 1. Основные свойства оптического излучения как носителя информации.

#### Тема 1.2. Психофизиологические особенности зрения человека-оператора

#### Тема 1.3. Основные свойства оптического излучения как носителя информации.

### Раздел 2. Устройства оптоэлектроники

#### Тема 2.1. Излучатели

#### Тема 2.3. Фотоприемники

#### Тема 2.5. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)

#### Тема 2.6. Индикаторы

#### Тема 2.7. Оптоэлектронные датчики

#### Тема 2.9. Фотопреобразователи солнечного излучения

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

### ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Цели: изучение принципа действия и исследование спектральных характеристик полупроводниковых излучателей.

Содержание: 1. Изучить принцип действия полупроводниковых излучателей: лазеров и СИД. 2. Снять поочередно спектры излучения. 3. Построить на миллиметровой бумаге спектры излучения СИД. 4. Предъявить преподавателю результаты выполнения работы и зафиксировать их в отчете. 5. Сформулировать выводы по работе.

Результаты: Результаты исследования спектральных характеристик светодиодов.

Ссылка: Гурин Н.Т., САбитов О.Ю. Лабораторные работы по дисциплине “Оптоэлектронные устройства”: Методические указания.-Ульяновск, УлГУ.-59 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ

Цели: изучение электрооптических характеристик и исследование диаграмм направленности излучения светоизлучающих диодов.

Содержание: Изучить основные сведения по изготовлению, структуре СИД, эффективности вывода излучения СИД. 2. Используя яркометр-люксметр ЯРМ-3, поворотный столик гониометра Г5М снять поочередно диаграммы направленности двух СИД АЛ307ВМ и АЛ1102, Используя яркометр-люксметр ЯРМ-3, поворотный столик гониометра Г5М и СИД АЛ307ВМ, снять зависимость интенсивности излучения СИД от прямого тока, 4. Сопоставить полученные результаты со справочными данными СИД. 5. Предъявить преподавателю результаты выполнения работы и зафиксировать их в отчете. 6. Сформулировать выводы по работе.

Результаты: Результаты исследования электрооптических характеристик светодиодов

Ссылка: Гурин Н.Т., САбитов О.Ю. Лабораторные работы по дисциплине “Оптоэлектронные устройства”: Методические указания.-Ульяновск, УлГУ.-59 с.

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

Исследование вольт-амперных характеристик светоизлучательных диодов

Цели: изучение электрических и оптических явлений в полу–проводниках, основных характеристик и параметров оптоэлектронных приборов.

Содержание: 1. Выполнить общие действия, совершаемые при выполнении каждой лабораторной работы. 2. Выбрать излучатель, указанный преподавателем. 3. Последовательно задавая значения прямого тока на панели «Ис-точник тока», измерять напряжение на излучателе и ток через р-п-переход. Количество задаваемых значений прямого тока должно быть более десяти. 4. Записать измеренные значения в рабочую тетрадь, для чего нажать на кнопку «Записать». 5. Построить вольт-амперные характеристики излучателей. 6. Определить высоту потенциального барьера р-п-переходов, используя прямые ветви вольт-амперных характеристик излучателей. 7. Выбрать следующий излучатель (количество исследуемых излучателей и их номера указывает преподаватель). 8. Повторить пункты 2-7.

Результаты: Результаты исследования вольт-амперных характеристик светодиодов.

Ссылка: Лабораторные работы по дисциплине «Оптоэлектронные устройства»: методические указания / сост. д. ф.-м. н., проф. Н. Т. Турин. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - Ч. 2. - 74 с.

Исследование вольт-амперных характеристик фоторезисторов с использованием измерительной схемы № 2

Цели: изучение электрических и оптических явлений в полу–проводниках, основных характеристик и параметров оптоэлектронных приборов.

Содержание: 1. Выполнить общие действия, совершаемые при выполнении каждой лабораторной работы. Выбрать фоторезистор, указанный преподавателем. 2. Установить значение освещенности равное нулю, для чего движок на панели «Источник света» передвинуть в нулевое положение. 3. Последовательно задавая значения напряжения, измерять темновой ток ИТ, протекающий через фоторезистор. Выполнить более десяти измерений. 4. Построить зависимость темнового тока фоторезистора от приложенного напряжения. 5. Выбрать следующий фоторезистор (количество исследуемых фоторезисторов и их номера указывает преподаватель) и выполнить пункты 4-5.

Исследование вольт-амперной характеристики при освещении 1. Выбрать первый исследуемый фоторезистор. Установить заданные преподавателем длину волны и освещенность (количество экспериментов определяет преподаватель). 2. Последовательно задавая напряжение путем перемещения движка на панели «Источник напряжения» измерять ток  $I$ , протекающий через фоторезистор, и напряжение на нем. Количество измерений должно быть более десяти. 3. Построить зависимость тока, протекающего через фоторезистор, от приложенного напряжения для фиксированного значения освещенности. Совместить на одном графике темновые и световые вольт-амперные характеристики фоторезисторов. 4. Рассчитать зависимость фототока фоторезистора  $I_{\Phi}$  от приложенного напряжения для чего воспользоваться «Построителем выражений». Величину фототока определить, как  $I_{\Phi} = I - I_{IT}$ . 5. Построить зависимость фототока фоторезистора от приложенного напряжения для фиксированного значения освещенности. 6. Выбрать следующий фоторезистор (количество исследуемых фоторезисторов задается преподавателем) и установить заданные преподавателем длину волны и освещенность. 7. Выполнить пункты 2-5.

Результаты: Результаты исследования вольт-амперных характеристик фоторезисторов.

Ссылка: Лабораторные работы по дисциплине «Оптоэлектронные устройства»: методические указания / сост. д. ф.-м. н., проф. Н. Т. Турин. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - Ч. 2. - 74 с.

Исследование световых характеристик фоторезисторов с использованием измерительной схемы № 2

Цели: изучение электрических и оптических явлений в полу–проводниках, основных характеристик и параметров оптоэлектронных приборов.

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

Содержание: 1. Выполнить общие действия, совершаемые при выполнении каждой лабораторной работы. 2. Выбрать фоторезистор, указанный преподавателем. 3. Установить указанные преподавателем длину волны излучения источника света и напряжение на фоторезисторе (количество экспериментов определяет преподаватель). 4. Последовательно перемещая движок на панели «Источник света» устанавливать значения освещенности и фиксировать при этом значения тока, протекающего через фоторезистор. 5. Рассчитать зависимость фототока фоторезистора  $I_{\Phi}$  от освещенности для чего воспользоваться «Построителем выражений». Величину фототока определить, как  $I^* = I - I_T$ . 6. Построить зависимость фототока фоторезистора от освещенности. 7. Используя уравнение  $J = a \cdot E$  и значения фототока, протекающего через фоторезистор, определить концентрацию носителей заряда:  $n = \frac{I_{\Phi}}{q \cdot d \cdot S \cdot V_{ab}}$  где  $l$  - длина активной части фоторезистора;  $a$  - толщина и  $b$  - ширина фоторезистора (значения этих величин для фоторезисторов приведены в таблице «Коммутатор объектов»). 8. Рассчитать кратность изменения сопротивления  $K_R$  фоторезистора, используя закон Ома для определения темного сопротивления и сопротивления при определенном уровне освещенности. 9. Рассчитать удельную чувствительность фоторезисторов по уравнению:  $\Phi_U$  где  $\Phi$  - световой поток, падающий на поверхность полупроводника;  $V$  - напряжение, приложенное к фоторезистору. Световой поток  $\Phi$  и освещенность  $E_{осв}$  связаны следующим образом:  $dS$ . 10. Построить график зависимости удельной чувствительности фоторезистора от освещенности (светового потока). 11. Выбрать следующий исследуемый фоторезистор (преподавателем указывается количество и номера исследуемых образцов) и повторить пункты 3-10.

Результаты: Результаты исследования световых характеристик фоторезисторов.

Ссылка: Лабораторные работы по дисциплине «Оптоэлектронные устройства»: методические указания / сост. д. ф.-м. н., проф. Н. Т. Турин. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - Ч. 2. - 74 с.

Исследование спектральных характеристик фоторезисторов с использованием измерительной схемы № 3

Цели: изучение электрических и оптических явлений в полупроводниках, основных характеристик и параметров оптоэлектронных приборов.

Содержание: 1. Выполнить общие действия, совершаемые при выполнении каждой лабораторной работы. 2. Выбрать указанный преподавателем фоторезистор. 3. Установить фиксированное значение освещенности (указывается преподавателем). 4. Перемещая движок на панели «Источник света» устанавливать значения длины волны излучения и измерять для каждого фиксированного значения  $X$  силу тока, протекающего через фоторезистор. Выполнить не менее десяти измерений. 5. Построить график зависимости тока, протекающего через фоторезистор, от длины волны излучения. При построении графиков установить флажок «Спектр» на панели «Редактирование графиков». 6. Построить зависимость фототока через фоторезистор от длины волны излучения. Фототок определить, как  $I_{\Phi} = I - I_T$ . Значения темного тока взять из предыдущих измерений для напряжения на фоторезисторе, равного 2 В. 7. Из графика  $I_{\Phi} = f(\lambda)$  определить ширину запрещенной зоны полупроводника, на основе которого изготовлен фоторезистор. Пример нахождения ширины запрещенной зоны полупроводника, приведен на рис. 51. 8. По таблице определить материал полупроводника, на основе которого изготовлен фоторезистор. 9. Выбрать следующий фоторезистор (количество исследуемых фоторезисторов и их номера определяет преподаватель). Повторить пункты 3-8.

Результаты: Результаты исследования спектральных характеристик фоторезисторов.

Ссылка: Лабораторные работы по дисциплине «Оптоэлектронные устройства»: методические указания / сост. д. ф.-м. н., проф. Н. Т. Турин. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - Ч. 2. - 74 с.

Исследование релаксации фотопроводимости фоторезисторов с использованием измерительной

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

#### схемы № 4

Цели: изучение электрических и оптических явлений в полу–проводниках, основных характеристик и параметров оптоэлектронных приборов.

Содержание: 1. Выполнить общие действия, совершаемые при выполнении каждой лабораторной работы. 2. Выбрать фоторезистор, указанный преподавателем. 3. Установить тип импульса на панели «Генератор импульсов» в положение «Нарастание». 4. Установить длину волны излучения, указанную преподавателем. Количество экспериментов указывает преподаватель. 5. Задать указанную преподавателем освещенность (количество экспериментов указывается преподавателем). 6. При помощи генератора импульсов подать на фоторезистор пря-моугольный световой импульс с заданной задержкой (количество экспериментов определяет преподаватель). 7. На электронном осциллографе наблюдать процесс нарастания фотопроводимости. Сохранить данные в рабочей тетради. 8. Построить график зависимости фототока фоторезистора от вре-мени, аппроксимируя эту зависимость либо одной экспонентой, либо сум-мой двух экспонент. 9. Из аналитических зависимостей фототока фоторезистора от вре-мени определить время нарастания тнар фототока. 10. Установить тип импульса на панели «Генератор импульсов» в положение «Спад». 11. Повторить пункты 6-9 с учетом того, что необходимо определить время спада фотопроводимости тсп. 12. Построить зависимости времени нарастания и спада фотопрово-димости фоторезисторов от освещенности (использовать другое про-граммное обеспечение, например, MS Excel). 13. Используя п. 9 определить неравновесную концентрацию носи-телей заряда, существующую вследствие генерации (рекомбинации) носи-телей заряда, в результате освещения полупроводника. 14. Построить зависимость избыточной концентрации носителей за-ряда от времени.

Результаты: Результаты исследования релаксации фотопроводимости фоторезисторов

Ссылка: Лабораторные работы по дисциплине «Оптоэлектронные уст-ройства» : методические указания / сост. д. ф.-м. н., проф. Н. Т. Ту-рин. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - Ч. 2. - 74 с.

Исследование вольт-амперных характеристик фототранзисторов с использованием измерительной схемы № 2

Цели: изучение электрических и оптических явлений в полу–проводниках, основных характеристик и параметров оптоэлектронных приборов.

Содержание: 1. Выполнить общие действия, совершаемые при выполнении каждой лабораторной работы. Выбрать фототранзистор, указанный преподавателем. 2. Установить значение освещенности равное нулю, для чего движок на панели «Источник света» передвинуть в нулевое положение. 3. Последовательно задавая значения напряжения, измерять темно-вой ток ИТ, протекающий через фототранзистор. Выполнить более десяти измерений. 4. Построить зависимость темного тока фототранзистора от приложенного напряжения. 5. Выбрать следующий фототранзистор (количество исследуемых фо-тотранзисторов и их номера указывает преподаватель) и выполнить пункты 4-5. Исследование вольт-амперной характеристики при освещении 1. Выбрать первый исследуемый фоторезистор. Установить заданные преподавателем длину волны и освещенность (количество экспериментов определяет преподаватель). 2. Последовательно задавая напряжение путем перемещения движка на панели «Источник напряжения» измерять ток I, протекающий через фототранзистор, и напряжение на нем. Количество измерений должно быть более десяти. 3. Построить зависимость тока, протекающего через фототранзистор, от приложенного напряжения для фиксированного значения освещенности. Совместить на одном графике темновые и световые вольт-амперные характеристики фототранзисторов.

Результаты: Результаты исследования вольт-амперных характеристик фототранзисторов.

Ссылка: Лабораторные работы по дисциплине «Оптоэлектронные уст-ройства» : методические указания / сост. д. ф.-м. н., проф. Н. Т. Ту-рин. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - Ч. 2. - 74 с.

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

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТРОНОВ

Цели: ознакомление с конструкцией и принципом действия оптронов. Исследование характеристик оптронов.

Содержание: 1. Снимите входную вольт-амперную характеристику (ВАХ) оптрона. 2. Снимите семейство выходных ВАХ оптрона. 3. Снимите проходную ВАХ оптрона (зависимость выходного тока оптрона от тока управления). 4. Исследование статистических характеристик фототранзисторного оптрона АОТ128Б. Исследование статистических характеристик фототиристорного оптрона АОУ103В. 6. По окончании работы выключите все приборы, отключите вилки сетевых шнуров от розетки питания. Все исследованные оптроны и соединительные провода демонтируйте и поместите в коробку. Доложите преподавателю о завершении работы. Сдайте настоящее методическое пособие и предъявите рабочее место лаборанту или преподавателю. 7. Сформулируйте выводы и оформите отчет о проделанной работе.

Результаты: результаты исследования оптронов

Ссылка: Гурин Н.Т., САбитов О.Ю. Лабораторные работы по дисциплине “Оптоэлектронные устройства”: Методические указания.-Ульяновск, УлГУ.-59 с.

## 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. . Указать правильные утверждения:
2. а.Оптоэлектроника отличается от вакуумной электроники и полупроводниковой электроники обработкой электрических и оптических сигналов.
3. б.Пропускная способность оптических каналов больше, чем электронных.
4. Не предусмотрены
5. . Не предусмотрены
6. Не предусмотрены
7. Длина волны излучаемого светодиода света зависит от
8. а. потока инжектированных через переход носителей
9. б. ширины запрещенной зоны полупроводника
10. в. величины приложенного к переходу прямого напряжения
11. Указать правильные утверждения:

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

12. а. Гетеропереходы используются в том числе и в светоизлучающих диодах.
13. б. Для излучающих диодов, работающих в ИК диапазоне, используют такую характеристику, как зависимость яркости излучения  $L$  от тока диода  $i$ .
14. в. Эффективные светодиоды и гетеролазеры используют суперинжекцию
15. Принцип действия светодиодов и полупроводниковых лазеров основан на:
16. а. предпробойной электролюминесценции
17. б. катодолюминесценции
18. в. инжекционной электролюминесценции
19. Полуволновое напряжение управления электрооптического модулятора – это напряжение, при котором
20. а. пропускание модулятора максимально
21. б. сдвиг фаз между лучами составляет половину длины волны
22. в. интенсивность проходящего излучения увеличивается вдвое
23. Дефлекторы электронно-оптических линий предназначены для изменения
24. а. во времени поляризации лазерного излучения
25. б. по заданному закону интенсивности лазерного излучения
26. в. во времени положения пучка лазерного излучения
27. Изменение показателя преломления ячейки Керра пропорционально ( $E$  – напряженность электрического поля)
28. а.  $E$
29. б.  $(E)^2$
30. в.  $\ln(E)$
31. Анализатор электрооптического модулятора служит для
32. а. изменения фазы лазерного излучения
33. б. преобразования изменения фазы излучения в изменение интенсивности

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

34. в. изменения длины волны лазерного излучения
35. Указать правильные утверждения:
36. а.Эффект Франца-Келдыша в полупроводниках практически безынерционен (10-13с).
37. б.Эффект Франца-Келдыша заключается в наблюдаемом во внешнем электрическом поле сдвига края фундаментальной полосы поглощения полупроводников.
38. в.Эффект Поккельса – это квадратичный (по полю) электрооптический эффект
39. Длинноволновая граница спектральной чувствительности фотодиода определяется
40. а. скоростью поверхностной рекомбинации
41. б. шириной запрещенной зоны полупроводника
42. в. величиной приложенного к фотодиоду напряжения
43. Для изготовления фоторезисторов применяются
44. а. собственные полупроводники
45. б. сегнетоэлектрики
46. в. сильнолегированные полупроводники
47. 12Величина фототока, протекающего через рп -переход при воздействии на него светового потока с интенсивностью  $\Phi$  определяется выражением ( $k$  – коэффициент фоточувствительности)
48. а.  $I = k \ln(\Phi)$
49. б.  $I = k\Phi$
50. в.  $I = \exp(k\Phi)$
51. Наибольшая длина волны, при которой наблюдается поглощение излучения полупроводником, соответствует
52. а. примесному поглощению
53. б. поглощению кристаллической решеткой
54. в. собственному поглощению при прямых переходах
55. Какому из механизмов поглощения в полупроводнике соответствует наименьшая длина

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

волны поглощаемого излучения

56. а. собственному
57. б. примесному
58. в1. поглощению свободными носителями заряда
59. При работе фотоэлектрических приборов в фотопентильном режиме
60. а. внешнее напряжение не прикладывается
61. б. на переход подается прямое напряжение
62. в. на переход подается обратное напряжение
63. Положение максимума на спектральной характеристике фоторезистора определяется
64. а. напряжением, приложенным к фоторезистору
65. б. углом падения излучения на поверхность фоторезистора
66. в. шириной запрещенной зоны полупроводника
67. В каком случае вольтметр, подключенный к однородному кристаллу полупроводника, зафиксирует появление фото-ЭДС
68. а. при освещении красным светом сильнолегированного кристалла германия
69. б. при освещении зеленым светом сильнолегированного кристалла кремния
70. в. во всех случаях вольтметр покажет 0, так как фото-ЭДС не образуется
71. Указать правильные утверждения:
72. а. В фоторезисторах полупроводниковый кристалл заключен между невыпрямляющими контактами металл-полупроводник.
73. б. Фоторезистор имеет рп-переходы.
74. 19. Указать правильные утверждения:
75. а. В оптроне источник и приемник света связан электрически.
76. б. Оптроны всегда имеют только закрытый оптический канал.

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

77. в. Обязательным элементом в оптопаре всегда является фотодиод.

78. г. В оптопаре реализована полная гальваническая развязка источников и приемников излучения.

79. Указать правильные утверждения:

80. а. В световодах центральная часть окружена внешней оболочкой с меньшим показателем преломления  $n_2 < n_1$ .

81. б. Световоды всегда работают в одномодовом режиме

82. Если  $n_1$  – показатель преломления сердцевины световода, а  $n_2$  – показатель преломления его оболочки, то для них будет выполняться следующее условие

83. а.  $n_2 > n_1$

84. б.  $n_2 < n_1$

85. в.  $n_2 = n_1 = 1$

86. Если в поперечном сечении оптического волокна уменьшение показателя преломления от центра к краю происходит плавно, то этот элемент –

87. а. линейный световод

88. б. рассеивающий световод

89. в. градиентный световод

90. Числовая апертура световода определяет

91. а. величину потерь мощности излучения на единице длины

92. б. количество максимумов на спектральной характеристике

93. в. максимальный угол, при котором возможен ввод излучения в световод

94.

95.

96. Указать правильные утверждения:

97. а. Окрашивание электрохромных материалов происходит в результате окислительно-восстановительных реакций, в которых участвуют электроны.

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

98. б. Модуляция поляризации света может происходить вследствие переориентации молекул жидкого кристалла.

99. Создать жидкокристаллический индикатор с изменяемым цветом ячейки можно, если использовать эффект

100. а. "твист-эффект"

101. б. "гость-хозяин"

102. в. Шоттки

103. К активным индикаторам относятся:

104. а. электрохромные индикаторы

105. б. электрофоретические индикаторы

106. в. электролюминесцентные индикаторы

107. К пассивным индикаторам относятся:

108. а. светодиодные индикаторы

109. б. жидкокристаллические индикаторы

110. в. катодолуминесцентные индикаторы

111. Плазменные индикаторы используют:

112. а. предпробойную электролюминесценцию

113. б. инжекционную электролюминесценцию

114. в. электролюминесценцию тлеющего газового разряда

115. Оптоэлектронные датчики осуществляют:

116. а. преобразование электрических параметров в механические

117. б. преобразование электрических величин в оптические

118. в. преобразование оптических, механических, электромагнитных параметров в электрические

119. Указать правильные утверждения:

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

120. а. Носителем информации в оптоэлектронных системах обработки информации является модулируемый во времени и пространстве лазерный луч.

121. б. В оптоэлектронных системах обработки информации сигналы передаются с помощью акустических колебаний

122. Когерентный оптический процессор осуществляет:

123. а. последовательную обработку информации

124. б. параллельную обработку информации

125. в. электронную обработку информации

126. Оптоэлектронная вычислительная система осуществляет обработку:

127. а. цифровых сигналов

128. б. аналоговых сигналов

129. в. двумерных изображений

130. Солнечные фотопреобразователи осуществляют:

131. а. преобразование солнечной энергии в оптическую

132. б. преобразование солнечной энергии в электрическую

133. в. преобразование солнечной энергии в механическую

134. Принцип действия солнечного фотопреобразователя основан на

135. а. явлении фотопроводимости

136. б. эффекте вентильной фотоэдс

137. в. явлении фотолюминесценции

## 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.).*

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

По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
<b>Раздел 1. Введение</b>			
Тема 1.1. . Введение	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1	Тестирование
<b>Раздел 2. Основные свойства оптического излучения как носителя информации.</b>			
Тема 2.1. Основы фотометрии.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1	Тестирование
Тема 2.2. Психофизиологические особенности зрения человека-оператора	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1	Тестирование
Тема 2.3. Основные свойства оптического излучения как носителя информации.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1	Тестирование
<b>Раздел 3. Устройства оптоэлектроники</b>			
Тема 3.1. Излучатели	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	17	Тестирование
Тема 3.2. Устройства управления световым лучом	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1	Тестирование
Тема 3.3. Фотоприемники	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	7	Тестирование
Тема 3.4. Оптроны	Проработка учебного материала с	1	Тестирование

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
	использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.		
Тема 3.5. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1	Тестирование
Тема 3.6. Индикаторы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	2	Тестирование
Тема 3.7. Оптоэлектронные датчики	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1	Тестирование
Тема 3.8. Оптоэлектронные системы обработки информации	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1	Тестирование
Тема 3.9. Фотопреобразователи солнечного излучения	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1	Тестирование

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы основная

1. Астайкин, А. И. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства : учебное пособие / А. И. Астайкин, М. К. Смирнов, А. И. Астайкин ; А. И. Астайкин, М. К. Смирнов; под редакцией А. И. Астайкин. - Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2011. - 343 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - Текст. - Весь срок охраны авторского права. - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: <http://www.iprbookshop.ru/60849.html>. - Режим доступа: ЭБС IPR BOOKS; для авторизир. пользователей. - ISBN 978-5-9515-0159-2. / .— ISBN 0\_136162

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

2. Легкий, В. Н. Оптоэлектронные элементы и устройства систем специального назначения : учебник / В. Н. Легкий, Б. В. Галун, О. В. Санков ; В. Н. Легкий, Б. В. Галун, О. В. Санков. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. - 455 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - Текст. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 05.02.2025 (автопродлонгация). - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: <http://www.iprbookshop.ru/47705.html>. - Режим доступа: ЭБС IPR BOOKS; для авторизир. пользователей. - ISBN 978-5-7782-1777-5. / .— ISBN 0\_131578

3. Материалы микро- и оптоэлектроники: кристаллы и световоды : учебное пособие / Л. В. Жукова, А. С. Корсаков, Д. С. Врублевский, Б. В. Шульгин. - Москва : Юрайт, 2024. - 279 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/538850>. - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-01703-8 : 939.00. / .— ISBN 0\_527428

#### **дополнительная**

1. Гурин Нектарий Тимофеевич. Пленочные электролюминесцентные панели : учеб. пособие / Н.Т. Гурин, О. Ю. Сабитов ; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2012. - Имеется печ. аналог. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 3,13 Мб). - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0\_1673

2. Гурин Нектарий Тимофеевич. Физика и техника пленочных электролюминесцентных излучателей переменного тока / Н.Т. Гурин, О. Ю. Сабитов ; УлГУ, ИФФТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - 430 с. : ил. - Библиогр.: с. 407-429. - ISBN 978-5-88866-639-5. / .— ISBN 1\_248082

3. Гурин Нектарий Тимофеевич. Физика и техника пленочных электролюминесцентных излучателей переменного тока : монография / Н.Т. Гурин, О. Ю. Сабитов. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 430 с. : ил. - Библиогр.: с. 407-429. - ISBN 978-5-8114-2799-4 (в пер.). / .— ISBN 1\_253606

4. Гурин Нектарий Тимофеевич. Оптоэлектронные аналоги аксона и их применение : монография / Н.Т. Гурин ; Ульяновск. гос. ун-т. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - 322 с. - Библиогр.: с. 307-322. - ISBN 978-5-88866-755-2. / .— ISBN 1\_254270

5. Гурин Нектарий Тимофеевич. Полупроводниковые и оптоэлектронные приборы и структуры с отрицательным сопротивлением : монография / Н.Т. Гурин, С. Г. Новиков ; Ульян. гос. ун-т, Инж.-физ. фак. высоких технологий, Н.-исслед. технол. ин-т им. С. П. Капицы. - Ульяновск : УлГУ, 2020. - 379 с. : ил. - Библиогр.: с. 346-378 (373 назв.). - ISBN 978-5-88866-808-5. / .— ISBN 1\_256230

6. Новиков Сергей Геннадьевич. Позиционно- и координатно-чувствительные полупроводниковые фотоприемники с отрицательной дифференциальной проводимостью : монография / С.Г. Новиков, Н. Т. Гурин ; УлГУ. - Ульяновск : УлГУ, 2012. - 152 с. : ил. - Библиогр.: с. 143-151. - ISBN 978-5-88866-458-2 (в пер.). / .— ISBN 1\_193091

#### **учебно-методическая**

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

1. Гурин Н. Т. Лабораторные работы по дисциплине "Оптоэлектронные устройства" : метод. указания / Н. Т. Гурин, О. Ю. Сабитов. - Ульяновск : УлГУ, 2004. - 59 с. / .— ISBN 1\_139221.
2. Гурин Н. Т. Лабораторные работы по дисциплине "Оптоэлектронные устройства" : метод. указания. Ч. 2 / Н. Т. Гурин ; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - 74 с. - Библиогр.: с. 71-72. / .— ISBN 1\_223908.
3. Гурин Н. Т. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Оптоэлектронные устройства» по направлению 03.04.02 «Физика» (уровень магистратуры) очной формы обучения / Н. Т. Гурин ; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - 2020. - Загл. с экрана. - Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 556 КБ). - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5153>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0\_38753.

#### **б) Программное обеспечение**

- Операционная система "Альт образование"
- Офисный пакет "Мой офис"

#### **в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

##### **1. Электронно-библиотечные системы:**

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург,

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

[2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

3. **eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

4. **Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. **Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. **Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций (*выбрать необходимое*)

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для представления 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. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе:

- Мультимедийное оборудование: компьютер/ноутбук, экран, проектор/телевизор
- Компьютерная техника

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

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

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.

Разработчик	Заведующий кафедрой Доктор физико-математических наук, Профессор	Гурин Нектарий Тимофеевич
	Должность, ученая степень, звание	ФИО

## Лист согласования от 16.01.2025

<b>Роль согласующего</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Заведующий кафедрой	Гурин Нектарий Тимофеевич	Согласовано в ЭИОС	05.10.2024 11:03:48
Руководитель ОПОП	Елисева Светлана Вячеславовна	Согласовано в ЭИОС	14.10.2024 0:53:11
Сотрудник библиотеки	Мамаева Елена Петровна	Согласовано в ЭИОС	03.10.2024 15:18:27