

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной работе

А.В. Лейфа

20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Физические основы оптоэлектроники

Направление подготовки: 03.03.02 – «Физика»

Квалификация выпускника: бакалавр

Программа подготовки: академический бакалавриат

Год набора: 2020

Форма обучения: очная

Курс: 4

Семестр: 7

Зачет: 7 семестр, 0,2 (акад. час.)

Лекции: 16 (акад. час.)

Практические занятия: 18 (акад. час.)

Самостоятельная работа: 37,8 (акад. час.)

Общая трудоемкость дисциплины: 72 (акад. час.), 2 з.е.

Составитель: Д.В. Фомин, канд. физ.-мат. наук, доцент

Факультет: Инженерно-физический

Кафедра: Физики

Благовещенск 2020 г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 – «Физика»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Физики.

«15» 05 2020 г., протокол № 7

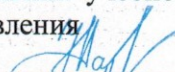
Заведующий кафедрой  Е.В. Стукова

Рабочая программа одобрена на заседании УМС направления подготовки 03.03.02 – «Физика»

«20» 05 2020 г., протокол № 1

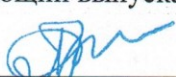
Председатель  Е.В. Суров

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебно-методического
управления  Н.А. Чалкина


«20» 05 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой
 Е.В. Стукова

«20» 05 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

И. о. директора научной библиотеки
 О.В. Петрович

«30» 04 2020 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Изучение физических основ работы оптоэлектронных и нанофотонных приборов, основных типов излучающих, фотоприемных и индикаторных приборов, а также вопросов применения оптоэлектронных приборов в аналоговых и цифровых устройствах.

Задачи дисциплины:

1. сформировать у студента глубокие профессиональные знания о процессах преобразования электрических сигналов в оптические и оптических в электрические;
2. сформировать у студента представление о процессах взаимодействия электромагнитных излучений оптического диапазона с веществом.
3. научить практическим приемам использования полупроводниковых оптоэлектронных приборов в микроэлектронной и наноэлектронной аппаратуре.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Физические основы оптоэлектроники» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана. Для освоения дисциплины «Физические основы оптоэлектроники» необходимо изучить следующие предметы: общая физика, химия, физика твердого тела.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общеобразовательные компетенции:

- готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3);
- способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- о процессах взаимодействия электромагнитных излучений оптического диапазона с веществом (ПК-3);
- принципы решения проблем комплексной микроминиатюризации цифровой аппаратуры путем замены традиционных элементов электроники и создания принципиально новых устройств хранения, отображения и обработки информации (ПК-4).

2) Уметь:

- применять знания о современных методах преобразования электрических сигналов в оптические сигналы, и наоборот (ПК-3);
- применять оптоэлектронные приборы в аналоговых и цифровых электронных устройствах (ПК-4).

3) Владеть:

- знанием об использовании полупроводниковых оптоэлектронных приборов и оптических волноводов в электронике (ПК-3);
- знаниями в области элементной базы излучающих, фотоприемных и индикаторных приборов; пониманием принципов их устройства и работы. (ПК-4).

4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы дисциплины	Компетенции	
	ПК-3	ПК-4
<i>Раздел 1 Основы оптоэлектроники. Оптические волноводы</i>		
Введение в оптоэлектронику	+	+
Физические основы оптоэлектроники	+	+
Оптические волноводы	+	+
<i>Раздел 2 Приборы некогерентного и когерентного излучений. Полупроводниковые приборы</i>		
Приборы некогерентного и когерентного излучений	+	+
Полупроводниковые фотоприемные приборы	+	+
Оптроны	+	+
<i>Раздел 3 Индикаторные приборы. Применение оптоэлектронных приборов</i>		
Индикаторные приборы	+	+
Применение оптоэлектронных приборов	+	+
<i>Раздел 4 Волоконно-оптические системы связи. Физические основы нанофотоники</i>		
Волоконно-оптические системы связи	+	+
Физические основы нанофотоники	+	+

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 акад. часа.

№ п/п	Тема (раздел дисциплины)	Семестр	Неделя	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в акад. часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Пр/р	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в оптоэлектронику (раздел 1)	7	1	1	1	3		Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
2	Физические основы оптоэлектроники (раздел 1)	7	3	2	2	4		Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
3	Оптические волноводы (раздел 1)	7	5	1	2	4		Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
4	Приборы некогерентного и когерентного излучений (раздел 2)	7	7	2	2	4		Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
5	Полупроводниковые фотоприемные приборы (раздел 2)	7	9	2	2	4		Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
6	Оптроны (раздел 2)	7	11	1	2	4		Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
7	Индикаторные приборы (раздел 3)	7	13	2	2	4		Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
8	Применение оптоэлектронных приборов (раздел 3)	7	15	2	2	4		Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Волоконно-оптические системы связи (раздел 4)	7	17	1	1	3,8		Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
10	Физические основы нанофотоники (раздел 4)	7	19	2	2	3		Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
11	Зачет							0,2 акад. часа
Итого:				16	18	37,8		72 акад. часа

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
<i>Раздел 1 Основы оптоэлектроники. Оптические волноводы</i>		
1	Введение в оптоэлектронику	Цель, предмет, задачи и структура предмета. Его связь с другими областями науки. Введение в волоконную оптику. Особенности оптической электроники. История развития оптоэлектроники. Современное состояние оптоэлектронной элементной базы. Система обозначений оптоэлектронных приборов индикации. Система обозначений фотоприемных приборов и оптронов.
2	Физические основы оптоэлектроники	Различие фотометрических и энергетических характеристик. Фотометрические характеристики оптического излучения. Энергетические характеристики оптического излучения. Энергетические и световые параметры. Колориметрические параметры. Когерентность оптического излучения. Квантовые переходы и вероятности. Ширина спектральной линии. Использование вынужденных переходов для усиления электромагнитного поля. Механизм генерации излучения в полупроводниках. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Внешний квантовый выход и потери излучения. Излучатели на основе гетероструктур. Поглощение света в твердых телах. Типы переходов и характеристики излучающих полупроводниковых структур. Параметры оптического излучения.
3	Оптические волноводы	Абсолютный показатель преломления. Законы отражения и преломления света. Конструкция планарного симметричного оптического волновода. Эффект Гуса-Хенхена. Условие поперечного резонанса для планарного волновода. Мода оптического излучения. Конструкция цилиндрического диэлектрического волновода -стекловолокна. Номинальная числовая апертура стекловолокна. Квантование углов ϕ и γ в стекловолокне. Уширение импульсного оптического сигнала, обусловленное материальной дисперсией. Свойства градиентных световолокон. Стационарное волновое уравнение электрической компоненты поля \vec{E} световой волны и его решение. Предельное число мод, способных распространяться по стекловолокнам. Виды потерь оптических сигналов. Влияние оптического волокна на характеристики сетей связи.
<i>Раздел 2 Приборы некогерентного и когерентного излучений. Полупроводниковые приборы</i>		
4	Приборы некогерентного и когерентного излучений	Источники искусственного света. Основные характеристики и параметры светодиодов. Конструкции светодиодов. Электрическая модель светодиода. Физические основы усиления и генерации лазерного излучения.

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		Структурная схема лазера. Лазеры на основе кристаллических диэлектриков. Жидкостные лазеры. Газовые лазеры. Устройство и принцип действия полупроводникового инжекционного монолазера. Устройство и принцип действия полупроводниковых лазеров с гетероструктурами. Волоконно-оптические усилители и лазеры. Светоизлучающие диоды для волоконно-оптических систем. Сравнительная характеристика лазеров и светодиодов.
5	Полупроводниковые фотоприемные приборы	Принцип работы фотоприемных приборов. Характеристики, параметры и модели фотоприемников. Фотодиоды на основе <i>p-n</i> -перехода. Фотодиоды с <i>p-i-n</i> -структурой. Фотодиоды Шоттки. Фотодиоды с гетероструктурой. Лавинные фотодиоды. Фототранзисторы. Фототристоры. Фоторезисторы. ПЗС-приемные фотоприборы. Фотодиодные СБИС на основе МОП-транзисторов.
6	Оптроны	Устройство и принцип действия оптронов. Структурная схема оптрона. Классификация и параметры оптронов. Электрическая модель оптрона. Резисторные оптопары. Диодные оптопары. Транзисторные оптопары.
<i>Раздел 3 Индикаторные приборы. Применение оптоэлектронных приборов</i>		
7	Индикаторные приборы	Жидкокристаллические индикаторы. Электролюминесцентные индикаторы. Плазменные панели и устройства на их основе. Электрохромные индикаторы. Отображение информации индикаторными приборами.
8	Применение оптоэлектронных приборов	Устройство и принцип действия оптоэлектронных генераторов. Применение оптронов для выполнения логических функций. Применение оптронов как аналогов электрорадиокомпонентов. Устройство и принцип действия оптоэлектронных усилителей. Устройство и принцип действия оптоэлектронных цифровых ключей. Применение оптоэлектронных приборов для измерения высоких напряжений и управления устройствами большой мощности. Принцип действия оптических устройств записи информации. Принцип лазерно-оптического считывания информации. Принципы цифровой оптической записи и воспроизведения информации с компакт-дисков. Оптоэлектронные сенсорные системы взаимодействия человека с электронной техникой.
<i>Раздел 4 Волоконно-оптические системы связи. Физические основы нанофотоники</i>		
9	Волоконно-оптические системы связи	Общие сведения. Волоконно-оптические системы распределения. Оптические передатчики. Приемники волоконно-оптических систем связи. Цифровые волоконно-оптические системы связи. Аналоговые волоконно-оптические системы связи. «Умные» соединители на основе смартлинков. Волоконно-оптические технологии для сетей доступа.
10	Физические основы нанофотоники	Введение в нанофотонику. Классификация низкоразмерных объектов. Квантовые эффекты в полупроводниках. Оптические свойства наноматериалов. Использование квантово-размерных эффектов для разработок лазеров. Нанофотонные приборы, устройства и системы. Наноэлектронные лазеры. Наноэлектронные устройства и системы на основе жидких кристаллов.

6.2. Практические занятия

1. Проектирование электронного устройства на основе оптоэлектронных приборов (светодиодов, фотодиодов, оптронов, электролюминесцентных индикаторов и пр.).
2. Подготовка конструкторской документации.
3. Сборка и отладка электронного устройства на беспаячной макетной плате.
4. Разработка схемы печатной платы.
5. Перенос рисунка на стеклотекстолит, и, формирование контактных площадок и дорожек методом химического травления.
6. Сверление отверстий и распайка навесным монтажом деталей электронного устройства.
7. Тестирование электронного устройства.
8. Проектирование корпуса радиоэлектронного устройства.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в акад. час
1	Введение в оптоэлектронику (раздел 1)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы	3
2	Физические основы оптоэлектроники (раздел 1)	работа с лекционным материалом; подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;	4
3	Оптические волны (раздел 1)	поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса	4
4	Приборы некогерентного и когерентного излучений (раздел 2)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	4
5	Полупроводниковые фотоприёмные приборы (раздел 2)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	4
6	Оптроны (раздел 2)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	4
7	Индикаторные приборы (раздел 3)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	4
8	Применение оптоэлектронных приборов (раздел 3)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	4
9	Волоконно-оптические системы связи (раздел 4)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к контрольной работе	3,8
10	Физические основы нанофотоники (раздел 4)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к контрольной работе	3
	Итого		37,8

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся:

1. Физические основы оптоэлектроники : сб. учеб.-метод. материалов для направления подготовки 03.03.02 "Физика"/ АмГУ, ИФФ; сост. Д. В. Фомин. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 14 с. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/10604.pdf Экземпляры: всего:1 - эл. б-ка АмГУ

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 – «Физика» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения. Практические занятия проводятся с использованием активных и интерактивных форм обучения.

При преподавании дисциплины «Физические основы оптоэлектроники» используются как традиционные (лекция, лекция - беседа, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, семинар-дискуссия, «мозговой штурм»), использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Физические основы оптоэлектроники».

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций, включает в себя: текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Текущий контроль осуществляется в ходе проведения лекционных и лабораторных занятий (семинаров).

Текущий контроль за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения аудиторных занятий посредством устного опроса, осуществления лекции в форме диалога.

Промежуточная аттестация осуществляется в виде зачета. Зачет проводится по расписанию сессии. Форма проведения зачета – письменный ответ. Количество вопросов в зачетном задании – 3.

Зачтено – изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них; допускаются отдельные существенные ошибки, исправление с помощью преподавателя.

Не зачтено – изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя.

Примерные вопросы к зачету:

1. Система обозначений оптоэлектронных приборов индикации. Система обозначений фотоприемных приборов и оптронов.
2. Фотометрические характеристики оптического излучения.
3. Энергетические характеристики оптического излучения.
4. Энергетические и световые параметры.
5. Колориметрические параметры.
6. Когерентность оптического излучения.
7. Квантовые переходы и вероятности.
8. Прямозонные и непрямозонные полупроводники.
9. Внешний квантовый выход и потери излучения.
10. Излучатели на основе гетероструктур.
11. Поглощение света в твердых телах.
12. Типы переходов и характеристики излучающих полупроводниковых структур.
13. Параметры оптического излучения.
14. Абсолютный показатель преломления. Законы отражения и преломления света.
15. Конструкция планарного симметричного оптического волновода.
16. Эффект Гуса-Хенхена.
17. Условие поперечного резонанса для планарного волновода.
18. Стационарное волновое уравнение электрической компоненты поля \vec{E} световой волны и его решение.
19. Виды потерь оптических сигналов.
20. Влияние оптического волокна на характеристики сетей связи.
21. Источники искусственного света. Основные характеристики и параметры светодиодов. Конструкции светодиодов.
22. Электрическая модель светодиода.
23. Структурная схема лазера. Лазеры на основе кристаллических диэлектриков. Жидкостные лазеры. Газовые лазеры.
24. Устройство и принцип действия полупроводникового инжекционного монолазера.
25. Устройство и принцип действия полупроводниковых лазеров с гетероструктурами.
26. Волоконно-оптические усилители и лазеры.
27. Светоизлучающие диоды для волоконно-оптических систем.
28. Сравнительная характеристика лазеров и светодиодов.
29. Принцип работы фотоприемных приборов. Характеристики, параметры и модели фотоприемников.
30. Фотодиоды на основе $p-n$ -перехода.
31. Фотодиоды с $p-i-n$ -структурой.
32. Фотодиоды Шоттки.
33. Фотодиоды с гетероструктурой.
34. Лавинные фотодиоды.
35. Фототранзисторы.
36. Фототиристоры.
37. Фоторезисторы.
38. ПЗС-приемные фотоприборы. Фотодиодные СБИС на основе МОП-транзисторов.
39. Устройство и принцип действия оптронов. Структурная схема оптрона. Классификация и параметры оптронов. Электрическая модель оптрона.
40. Резисторные оптопары. Диодные оптопары. Транзисторные оптопары.
41. Жидкокристаллические индикаторы.
42. Электролюминесцентные индикаторы.
43. Плазменные панели и устройства на их основе.
44. Электрохромные индикаторы.
45. Применение оптронов.

46. Принцип действия оптических устройств записи информации.
47. Принципы цифровой оптической записи и воспроизведения информации с компакт-дисков.
48. Волоконно-оптические системы распределения.
49. Цифровые волоконно-оптические системы связи.
50. Аналоговые волоконно-оптические системы связи.
51. Классификация низкоразмерных объектов. Квантовые эффекты в полупроводниках.
52. Оптические свойства наноматериалов. Использование квантово-размерных эффектов для разработок лазеров.
53. Нанофотонные приборы, устройства и системы.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] : учеб.пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 596 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95150>
2. Давыдов В.Н. Физические основы оптоэлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Давыдов. — Электрон.текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 139 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72209.html>

б) дополнительная литература:

1. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 560 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5856
Смирнов, Ю.А. Основы нано- и функциональной электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5855>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
2	http://www.e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
3	Windows 7 Pro	Windows 7 Pro – DreamSparkPremiumElectronicSoftwareDelivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года

г) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Адрес	Название, краткая характеристика
1.	http://fgosvo.ru/	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.
2.	http://www.edu.ru/index.php	Российское образование. Федеральный портал
3.	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
4.	https://scholar.google.ru/	Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
5.	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
6.	http://neicon.ru	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН)
7.	https://uisrussia.msu.ru/	<u>Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ).</u>
8.	https://www.runnet.ru	RUNNet (Russian UNiversity Network) - крупнейшая в России научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обладающая протяженной высокоскоростной магистральной инфраструктурой и международными каналами, обеспечивающими интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (National Research and Education Networks, NREN) и с Интернет.
9.	http://webofscience.com	Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных «Web of Science Core Collection»
10.	https://www.scopus.com	Международная реферативная база данных научных изданий Scopus
11.	http://www.mathnet.ru/	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru
12.	http://www.ict.edu.ru/about	Информационно-коммуникационные технологии в образовании - федеральный образовательный портал.
13.	http://metalldb.uran.ru/table/index.php?lang=ru	Сетевая база данных (БД) "METAL" версии 4.1 содержит сведения о физических и химических свойствах металлов во всем диапазоне существования конденсированной фазы (твердое и жидкое состояния).
14.	http://grotrian.nsu.ru/ru/	Электронная структура атомов Российская информационно-справочная система по спектральным данным атомов и ионов с одной из самых полных баз спектральных данных среди мировых систем.
15.	http://www.mavicanet.ru/	MavicaNET - Многоязычный Поисковый Каталог. Теоретическая физика. Институты, лаборатории и др. организации, занимающиеся исследованиями в области теоретической физики. Может содержать все существующие подкатегории раздела физика, если источник связан с теоретическими исследованиями.
16.	http://dxdy.ru/fizika-f2.html	Научный форум. Физика, Математика, Химия, Механика и Техника. Обсуждение теоретических вопросов, входящих в стандартные учебные курсы. Дискуссионные темы физики: попытки опровержения классических теорий и т.п. Обсуждение нетривиальных и нестандартных учебных задач. Полезные ресурсы сети, содержащие материалы по физике

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации при подготовке и изучению лекционного материала.

В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов.

Из сказанного следует, что для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками. Лекция не должна превращаться в урок-диктант.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников.

Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Перед каждой последующей лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции.

Рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям.

Студент должен помнить, что методические указания к лабораторным или практическим работам являются только основой для их выполнения. Теоретическую подготовку к каждой лабораторной или практической работе необходимо осуществлять с помощью учебной литературы. Поэтому основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной или практической работы, затрачивается на самостоятельную подготовку.

Все работы выполняются по индивидуальному графику каждым студентом отдельно. Результаты работ сохраняются в именную папку на компьютере, и демонстрируются преподавателю при защите работ с пояснением ключевых этапов.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Физические основы оптоэлектроники» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, практических работ с лабораторным оборудованием, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

На занятиях применяется следующее техническое оборудование: ПЭВМ на базе процессора Intel Pentium, проектор.