

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

2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Физические основы оптоэлектроники

Направление подготовки **03.03.02 «Физика»**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Год набора **2021**

Форма обучения **очная**

Курс **4** Семестр: **7**

Зачет **7 семестр**

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

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

Факультет **инженерно-физический**

Кафедра **физики**

2021 г.

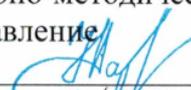
Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 891 от 07.08.2020 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

« 01 » 09 20 21 г., протокол № 1
И.о. заведующего кафедрой  Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое
управление

 Н.А. Чалкина
(подпись, И.О.Ф.)

« 01 » 09 20 21 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

 Е.В. Стукова
(подпись, И.О.Ф.)

« 01 » 09 20 21 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

 О.В. Петрович
(подпись, И.О.Ф.)

« 01 » 09 20 21 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр информационных и
образовательных технологий

 А.А. Богословский
(подпись, И.О.Ф.)

« 01 » 09 20 21 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 части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы, дисциплина по выбору. Для освоения дисциплины «Физические основы оптоэлектроники» необходимо изучить следующие предметы: общая физика, химия, физика твердого тела.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1 способность выполнять работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний	ИДК-1 _{ПК-1} Знает основные принципы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний ИДК-2 _{ПК-1} Понимает, умеет излагать и анализировать научно-техническую информацию, и полученные результаты исследований в соответствующей области знаний ИДК-3 _{ПК-1} Умеет решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётных единицы, 72 академических часа

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы (в академических часах)						Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости		
			Л		ПЗ		ЛР					КТО	КЭ
			всего	в т.ч. в виде ПП	всего	в т.ч. в виде ПП	всего	в т.ч. в виде ПП					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Введение в оптоэлектронику (раздел 1)	7	2	2	1	1						1,8	ИР
2	Физические основы оптоэлектроники (раздел 1)	7	4	4	2	2						2	ИР
3	Оптические волноводы (раздел 1)	7	2	2	2	2						2	ИР
4	Приборы некогерентного и когерентного излучений (раздел 2)	7	4	4	2	2						2	ИР
5	Полупроводниковые фотоприёмные приборы (раздел 2)	7	4	4	2	2						2	ИР
6	Оптроны (раздел 2)	7	2	2	2	2						2	ИР
7	Индикаторные приборы (раздел 3)	7	4	4	2	2						2	ИР
8	Применение оптоэлектронных приборов (раздел 3)	7	4	4	2	2						2	ИР
9	Волоконно-оптические системы связи (раздел 4)	7	2	2	1	1						2	ИР
10	Физические основы	7	4	4	2	2						2	ИР

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	нанофото- ники (раздел 4)												
11	Зачет								0,2				ИТ
	Итого		34	34	18	18			0,2			19,8	

Л - лекция, ЛР – лабораторная работа, ПЗ – практическое занятие, ИКР – иная контактная работа, КТО - контроль теоретического обучения, КЭ – контроль на экзамене, ИР – выполнение индивидуальной работы, ИТ – итоговый тест

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 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. 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 гетерострук-

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		турами. 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. Фототиристоры. 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 нанопотоники</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 нанопотоники	Введение в нанопотонику. Классификация низкоразмерных объектов. Квантовые эффекты в полупроводниках. Оптические свойства наноматериалов. Использование квантово-размерных эффектов для разработок лазеров. Нанопотонные приборы, устройства и системы. Нанопотонные лазеры. Нанопотонные устройства и системы на основе жидких кристаллов.

5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Физические основы оптоэлектроники	Изучение принципов работы с измерительными приборами оптоэлектроники
2	Физические основы оптоэлектроники	Тестирование оптоэлектронных компонентов с использованием омметра, люксметра и других приборов
3	Приборы некогерентного и когерентного излучений	Исследование характеристик светоизлучающих диодов

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
4	Приборы некогерентного и когерентного излучений	Изучение принципов работы и исследование характеристик лазерных диодов
5	Полупроводниковые фотоприемные приборы	Исследование характеристик фотоприемников
6	Полупроводниковые фотоприемные приборы	Исследование характеристик солнечных фотопреобразователей
7	Оптроны	Изучение принципов работы и характеристик оптронов
8	Применение оптоэлектронных приборов	Изучение принципов работы ИК приемников и излучателей в паре
9	Применение оптоэлектронных приборов	Сборка и тестирование простого оптоэлектронного устройства на беспаячной макетной плате

6. 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	1,8
2	Физические основы оптоэлектроники (раздел 1)	работа с лекционным материалом; подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;	2
3	Оптические волноводы (раздел 1)	поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса	2
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	2
5	Полупроводниковые фотоприемные приборы (раздел 2)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	2
6	Оптроны (раздел 2)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	2
7	Индикаторные приборы (раздел 3)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	2
8	Применение оптоэлектронных приборов (раздел 3)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	2
9	Волоконно-оптические системы связи (раздел 4)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к контрольной работе	2
10	Физические основы нанофотоники (раздел 4)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к контрольной работе	2
	Итого		19,8

7. 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).

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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 обучающихся 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, неисправляемые даже с помощью преподавателя.

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.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература:

1. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанопотоника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 596 с. — ISBN 978-5-8114-5149-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133479> (дата обращения: 28.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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>— ЭБС «IPRbooks».

3. Смирнов, Ю. А. Физические основы электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 560 с. — ISBN 978-5-8114-1369-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168522> (дата обращения: 28.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Смирнов, Ю. А. Основы нано- и функциональной электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1378-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168521> (дата обращения: 28.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) 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

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2	http://www.prometeus.nsc.ru/sc	SciGuide - веб-навигатор зарубежных и отечественных

№	Наименование	Описание
	iguide/page0609.ssi	ных научных электронных ресурсов открытого доступа, элемент поддержки научной коммуникации в Сибирском отделении РАН. Навигатор помогает вести поиск качественных научных ресурсов мирового уровня
3	https://elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования

10. 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.

11. 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.