

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

26 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ»

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) образовательной программы – Физика

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 4 Семестр 8

Зачет с оценкой 8 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

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

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра физики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 891

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Стукова Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

26 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Стукова Е.В. Стукова

26 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

26 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

26 апреля 2024 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 УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физические основы оптоэлектроники» относится к элективным 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 УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА 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 Способен выполнять работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний	ИД-1ПК-1 Знает основные принципы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний
	ИД-2ПК-1 Понимает, умеет излагать и анализировать научно-техническую информацию, и полученные результаты исследований в соответствующей области знаний
	ИД-3ПК-1 Умеет решать профессиональные задачи применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Введение в оптоэлектронику (раздел 1)	8	2		2								4	выполнение индивидуальной работы
2	Физические основы оптоэлектроники (раздел 1)	8	4		4								4	выполнение индивидуальной работы
3	Оптические волноводы (раздел 1)	8	4		2								4	выполнение индивидуальной работы
4	Приборы некогерентного и когерентного излучений (раздел 2)	8	4		2								4	выполнение индивидуальной работы
5	Полупроводниковые фотоприемные приборы (раздел 2)	8	4		2								8	выполнение индивидуальной работы
6	Оптроны (раздел 2)	8	4		2								6	выполнение индивидуальной работы
7	Индикаторные приборы (раздел 3)	8	4		2								5	выполнение индивидуальной работы
8	Применение оптоэлектронных приборов (раздел 3)	8	4		2								4	выполнение индивидуальной работы
9	Волоконно-оптические системы связи (раздел 4)	8	2		2								4	выполнение индивидуальной работы
10	Физические основы нанофотоники (раздел 4)	8	4		4								4.8	выполнение индивидуальной работы

11	Зачет с оценкой	8						0.2				
	Итого		36.0	24.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	47.8		

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение в оптоэлектронику (раздел 1)	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 (раздел 1)	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 (раздел 1)	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 α и β в стекловолокне. Уширение импульсного оптического сигнала, обусловленное материальной дисперсией. Свойства градиентных световолокон. Стационарное волновое уравнение электрической компоненты поля E_z световой волны и его решение. Предельное число мод, способных распространяться по стекловолокнам. Виды потерь оптических сигналов. Влияние оптического волокна на характеристики сетей связи.
4	Приборы некогерентного и когерентного излучений	Источники искусственного света. Основные характеристики и параметры светодиодов.

	(раздел 2)	<p>Конструкции светодиодов. Электрическая модель светодиода.</p> <p>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 гетероструктурами. Волоконно-оптические усилители и лазеры. Светоизлучающие диоды для волоконно-оптических систем. Сравнительная характеристика лазеров и светодиодов.</p>
5	Полупроводниковые фотоприемные приборы (раздел 2)	<p>Принцип работы фотоприемных приборов. Характеристики, параметры и модели фотоприемников. Фотодиоды на основе р-п-перехода. Фотодиоды с р-і-п-структурой. Фотодиоды Шоттки. Фотодиоды с гетероструктурой. Лавинные фотодиоды. Фототранзисторы. Фототиристоры. Фоторезисторы. ПЗС-приемные фотоприборы. Фотодиодные СБИС на основе МОП-транзисторов.</p>
6	Оптроны (раздел 2)	<p>Устройство и принцип действия оптронов. Структурная схема оптрона. Классификация и параметры оптронов. Электрическая модель оптрона. Резисторные оптопары. Диодные оптопары. Транзисторные оптопары</p>
7	Индикаторные приборы (раздел 3)	<p>Жидkokристаллические индикаторы. Электролюминесцентные индикаторы. Плазменные панели и устройства на их основе. Электрохромные индикаторы. Отображение информации индикаторными приборами.</p>
8	Применение оптоэлектронных приборов (раздел 3)	<p>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.</p>
9	Волоконно-оптические системы связи (раздел 4)	<p>Общие сведения. Волоконно-оптические системы распределения. Оптические передатчики. Приемники волоконно-оптических систем связи.</p>

		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 (раздел 4)	Введение в нанофотонику. Классификация низкоразмерных объектов. Квантовые эффекты в полупроводниках. Оптические свойства наноматериалов. Использование квантово-размерных эффектов для разработок лазеров. Нанопотонные приборы, устройства и системы. Нанoeлектронные лазеры. Нанoeлектронные устройства и системы на основе жидких кристаллов.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Введение в оптоэлектронику	Изучение системы обозначений оптоэлектронных приборов
Физические основы оптоэлектроники	Изучение принципов работы с измерительными приборами оптоэлектроники
Физические основы оптоэлектроники	Тестирование оптоэлектронных компонентов с использованием омметра, люксметра и других приборов
Оптические волноводы	Изучение видов потерь оптических сигналов
Приборы некогерентного и когерентного излучений	Исследование характеристик светоизлучающих диодов
Приборы некогерентного и когерентного излучений	Изучение принципов работы и исследование характеристик лазерных диодов
Полупроводниковые фотоприемные приборы	Исследование характеристик фотоприемников
Полупроводниковые фотоприемные приборы	Исследование характеристик солнечных фотопреобразователей
Оптроны	Изучение принципов работы и характеристик оптронов
Индикаторные приборы	Изучение работы жидкокристаллических индикаторов
Применение оптоэлектронных приборов	Изучение принципов работы ИК приемников и излучателей в паре
Применение оптоэлектронных приборов	Сборка и тестирование простого оптоэлектронного устройства на беспаячной макетной плате
Волоконно-оптические системы связи	Изучение цифровых волоконно-оптических систем связи
Физические основы нанофотоники	Изучение нанопотонных приборов

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№	Наименование темы	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость
---	-------------------	---------------------------	--------------

п/п	(раздела)		В академических часах
1	Введение в оптоэлектронику (раздел 1)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы	4
2	Физические основы оптоэлектроники (раздел 1)	работа с лекционным материалом; подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	4
3	Оптические волноводы (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 фотоприемные приборы (раздел 2)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	8
6	Оптроны (раздел 2)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	6
7	Индикаторные приборы (раздел 3)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к практическим занятиям; изучение материала	5
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 практическим занятиям; изучение материала	4
10	Физические основы нанофотоники (раздел 4)	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; подготовка к контрольной работе	4.8

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 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.

Критерии зачёта с оценкой:

При определении оценки знаний студентов во время зачёта с оценкой преподаватели руководствуются следующими критериями:

- оценка "отлично" выставляется студенту, показавшему всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой; усвоившему основную и знакомому с дополнительной литературой по программе; умеющему

творчески и осознанно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоившему взаимосвязь основных понятий дисциплины и умеющему применять их при анализе и решении практических задач; безусловно выполнившему в процессе изучения дисциплины все задания, предусмотренные формами текущего контроля;

- оценки "хорошо" заслуживает студент, показавший полное знание учебного материала, предусмотренного программой; успешно выполнивший все задания, предусмотренные формами текущего контроля, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способному самостоятельно пополнять и обновлять знания в ходе учебы;

- оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, показавшему знание основного учебного материала, предусмотренного программой, в объеме, необходимом, для дальнейшей учебы и работы по специальности, знающему основную литературу, рекомендованную программой; справляющемся с выполнением заданий, предусмотренных программой; выполнившему все задания, предусмотренные формами текущего контроля, но допустившему погрешности в ответе на зачёте с оценкой или при выполнении заданий, и обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, имевшему пробелы в знании основного материала, предусмотренного программой, допустившему принципиальные

ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий; не выполнившего отдельные задания, предусмотренные формами итогового или текущего контроля.

Вопросы к зачету с оценкой:

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 \square 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. Жидkokристаллические 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. Нанопотонные приборы, устройства и системы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : 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](https://e.lanbook.com/book/133479) (дата обращения: 21.03.2024). — 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](http://www.iprbookshop.ru/72209.html) — ЭБС «IPRbooks». (дата обращения: 21.03.2024)
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, 2022. — 560 с. — ISBN 978-5-8114-1369-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/211208](https://e.lanbook.com/book/211208) (дата обращения: 17.04.2024). — 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, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1378-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/211205](https://e.lanbook.com/book/211205) (дата обращения: 17.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
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
---	---	---

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/sciguide/page0609.ssi	SciGuide - веб-навигатор зарубежных и отечественных 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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

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.