

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета РТЭ  Небольсин В.А.
«27» марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Технологии оптических материалов и устройств»

Направление подготовки 16.03.01 Техническая физика

Профиль Физическая электроника

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Авторы программы



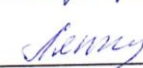
Королев К.Г.

Заведующий кафедрой
Твердотельной электроники



Небольсин В.А.

Руководитель ОПОП



Янченко Л.И.

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование знаний оптических материалов и покрытий, и умений по технологии изготовления оптических деталей и устройств

1.2. Задачи освоения дисциплины

- сформировать знания в области оптических материалов, покрытий и их свойств

- сформировать умения по технологии изготовления оптических деталей и устройств

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технологии оптических материалов и устройств» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технологии оптических материалов и устройств» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способность осуществлять разработку и контроль технологических процессов изготовления оптических и оптико-электронных, материалов, узлов и устройств

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать технологии изготовления оптических и оптико-электронных, материалов, узлов и устройств
	Уметь составлять технологические процессы изготовления оптических материалов, узлов и устройств
	Владеть способностью осуществлять разработку и контроль технологических процессов изготовления оптических и оптико-электронных, материалов, узлов и устройств

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технологии оптических материалов и устройств» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36

Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Оптические материалы и их свойства	Оптический диапазон длин волн. Теория строения стекол. Бесцветное оптическое стекло, его оптические и физикохимические свойства. Показатели качества бесцветного стекла и методы их измерения. Цветное оптическое стекло. Стекла для волоконно-оптических элементов. Оптические ситаллы. Материалы для УФ- и ИК-техники. Кристаллические оптические материалы активных сред твердотельных лазеров. Кристаллы для нелинейного преобразования частоты. Материалы для электрооптических устройств. Акустооптические кристаллы и показатели их качества. Парателлури́т и его применение в акустооптических приборах. Кристаллический кварц. Молибдат свинца. Молибдат кальция. Пьезоэлементы на основе ниобата лития	12	12	24	48
2	Технология изготовления оптических деталей	Методы получения оптического бесцветного стекла. Унификация оптических деталей при серийном оптическом производстве. Структура и основные свойства кристаллов. Природные и синтетические кристаллы. Рост кристаллов. Методы выращивания кристаллов. Дефекты роста кристаллов. Основные обрабатывающие и вспомогательные технологические операции получения оптических деталей. Формообразование и инструмент для обработки оптических поверхностей. Абразивные материалы. Шлифование и полирование оптических поверхностей. Контактный и интерференционный методы контроля качества оптических поверхностей. Ориентация кристаллографических осей. Обработка светозвукопровода. Методы установки пьезопреобразователя. Согласование электрических импедансов пьезопреобразователя с усилительным трактом.	12	12	24	48
3	Оптические устройства	Классификация оптических устройств. Принципы работы оптических устройств. Основные параметры устройств. Области	12	12	24	48

		применения оптических устройств				
		Итого	36	36	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 7 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Технология получения оптических материалов»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- сформировать знания технологических процессов разработки материалов
- сформировать знания и умения в области технологии получения оптических материалов
- сформировать знания и умения в области разработки оптических деталей, узлов и устройств

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать технологии изготовления оптических и оптико-электронных, материалов, узлов и устройств	Тест	Тест выполнен с результатом не менее 70% правильных ответов	Тест выполнен с результатом менее 70% правильных ответов
	Уметь составлять технологические процессы изготовления оптических материалов, узлов и устройств	Тест	Тест выполнен с результатом не менее 70% правильных ответов	Тест выполнен с результатом менее 70% правильных ответов
	Владеть способностью осуществлять разработку и контроль	Тест	Тест выполнен с результатом не менее 70%	Тест выполнен с результатом менее 70%

	<i>технологических процессов изготовления оптических и оптико-электронных, материалов, узлов и устройств</i>		<i>правильных ответов</i>	<i>правильных ответов</i>
--	--	--	---------------------------	---------------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	<i>Знать технологии изготовления оптических и оптико-электронных, материалов, узлов и устройств</i>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<i>Уметь составлять технологические процессы изготовления оптических материалов, узлов и устройств</i>	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<i>Владеть способностью осуществлять разработку и контроль технологических процессов изготовления оптических и оптико-электронных, материалов, узлов и устройств</i>	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Видимый диапазон электромагнитных волн простирается

- от 1 нм до 1 мм;
- от 1 нм до 1 мкм;
- от 0,4 мкм до 0,7 мкм;
- от 100 мкм до 1 м.

2. Коэффициент дисперсии (число Аббе) задаётся отношением

- единицы к средней дисперсии;
- показателя преломления к средней дисперсии;

- в) средней дисперсии к показателю преломления;
- г) показателя преломления без единицы к средней дисперсии.

3. Химическая формула парателлурита записывается как

- а) TiO_2 ;
- б) TeO_2 ;
- в) Al_2O_3 ;
- г) $TeCl_4$.

4. Кристалл алюмоиттриевого граната, легированный ионами неодима является наиболее распространенным материалом ...

- а) для акустооптических устройств;
- б) для акустоэлектронных устройств;
- в) для лазерных активных сред устройств;
- г) для устройств, основанных на электрооптическом эффекте.

5. Акустооптический дефлектор применяют для ...

- а) модуляции интенсивности лазерного излучения;
- б) углового сканирования лазерного излучения;
- в) спектральной фильтрации излучения;
- г) управляемого сдвига частоты падающего излучения.

6. Кристаллическое вещество характеризуется ...

- а) регулярным расположением атомов и молекул;
- б) нерегулярным расположением атомов и молекул;
- в) неоднородной структурой вещества;
- г) правильной внешней формой.

7. Основным средством контроля радиуса кривизны сферической поверхности в серийном производстве является ...

- а) оптиметр;
- б) спектрофотометр;
- в) пробное стекло;
- г) рентген-гониометр.

8. Взаимное расположение кристаллографических осей кристаллического материала относительно граней светозвукопровода измеряют при помощи ...

- а) оптиметра;
- б) спектрофотометра;
- в) пробного стекла;
- г) рентген-гониометра.

9. Основной материал, применяемый в акустооптике, для изготовления пьезопреобразователя это ...

- а) кристаллический кварц;
- б) ниобат лития;
- в) молибдат свинца;
- г) индий.

10. В системе трех слоев показатель преломления внутреннего просветляющего слоя равен ...

- а) среднему арифметическому значению показателей преломления внешних

слоев;

б) среднему арифметическому взвешенному значению показателей преломления внешних слоев;

в) среднему квадратическому значению показателей преломления внешних слоев;

г) среднему геометрическому значению показателей преломления внешних слоев;

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Числовая апертура кварц-полимерного оптического волокна равна 0,425. Показатель преломления сердцевины из кварца составляет 1,457. Следовательно, показатель преломления полимерной оболочки равен ...

а) 1,518

б) 1,412

в) 1,485

г) 1,395

2. Согласно уравнению Зельмейера показатель преломления кристалла алюмоиттриевого граната на длине волны 1064 нм составляет ...

а) 2,21.

б) 1,55.

в) 1,82.

г) 2,45.

3. Акустооптическое качество материала составляет $800 \times 10^{-18} \text{ с}^3/\text{г}$ при плотности 6000 кг/м^3 и показателе преломления 2,2. Если скорость звуковой волны при этом 650 м/с, то эффективная акустооптическая константа материала равна ...

а) 0,21;

б) 0,55;

в) 0,18;

г) 0,35.

4. Предполагается работа акустооптического модулятора на длине волны 275 нм. Поэтому в качестве акустооптического материала был выбран ...

а) парателлурит;

б) кристаллический кварц;

в) молибдат свинца;

г) оптическое стекло ТФ5.

5. Показатель преломления стекла марки К8 на длине волны 1064 нм равен ...

а) 1,615;

б) 1,545;

в) 1,506;

г) 1,703.

6. Для обеспечения коэффициента пропускания более 0,9 на длине волны 1064 нм при одновременном обеспечении коэффициента поглощения не менее 0,95 на длине волны 800 нм необходимо изготовить светофильтр из цветного стекла марки ... при толщине около 2 мм.

- а) НС-7;
- б) ЖС-15;
- в) КС-29;
- г) ИКС-7.

7. Показатель преломления для необыкновенного луча при угле падения 90 градусов относительно оси Z парателлурита на длине волны 1064 нм равен ...

- а) 2,2;
- б) 2,4;
- в) 2,3;
- г) 2,5;

8. Коэффициент отражения от поверхности стекла марки К8 при контакте с воздухом на длине волны 0,55 мкм равен ...

- а) 7,5%;
- б) 2%;
- в) 4%;
- г) 10%.

9. Показатель преломления пленки для создания эффективного однослойного просветляющего покрытия на подложке из алюмоиттриевого граната должен быть равен ...

- а) 2,02;
- б) 1,34;
- в) 1,51;
- г) 1,82.

10. В качестве материала для однослойного просветляющего покрытия на подложке из алюмоиттриевого граната

- а) MgO ;
- б) MgF_2 ;
- в) ZrO_2 ;
- г) SiO_2 .

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Необходимо выбрать наиболее подходящее оптическое бесцветное стекло в задаче, где требуется сочетание высокого показателя преломления и малого веса оптического элемента. Этому соответствует марка стекла ...

- а) ТК21;
- б) К8;
- в) Ф1;
- г) ТФ5.

2. Оптическая плотность пластины из цветного стекла марки СЗС21 первой категории толщиной 2,5 мм на длине волны 680 нм составляет не менее ...

- а) 0,5;
- б) 1,1;
- в) 4,5;
- г) 2,3.

3. При наложении пробного стекла на исследуемую поверхность наблюдаются 10 колец Ньютона в интерференционной картине на длине

волны 500 нм, т.е. величина зазора составляет ...

- а) 10 мкм;
- б) 2,5 мкм;
- в) 5,0 мкм;
- г) 1,5 мкм.

4. Реальный радиус кривизны плоской поверхности при диаметре сопрягаемых поверхностей 10 мм на длине волны наблюдения интерференционной картины 500 нм и числе колец Ньютона 5 равен ...

- а) 10 м;
- б) 25 м;
- в) 50 м;
- г) 100 м.

5. При осуществлении индиевой холодной диффузионной сварки пластины из ниобата лития площадью 2 см² величина усилия, развиваемая прессом, должна быть не менее ...

- а) 44 кг;
- б) 144 кг;
- в) 56 кг;
- г) 22 кг.

6. Радиус алмазного инструмента для обработки фаски на выпуклой поверхности линзы с радиусом кривизны 200 мм и полным диаметром 50 мм должен равняться ...

- а) 150 мм;
- б) 50 мм;
- в) 100 мм;
- г) 75 мм.

7. Главный показатель преломления необыкновенного луча для кристалла ниобата лития на длине волны 0,65 мкм равен ...

- а) 2,4;
- б) 2,2;
- в) 2,7;
- г) 2,0.

8. Распределение давления вдоль поверхности фронта кристаллизации в радиальном направлении описывается выражением

- а) $p(r) = p_0 + 0,5\rho\alpha r$;
- б) $p(r) = p_0 - 0,5\rho\alpha r$;
- в) $p(r) = p_0 + \rho\alpha r$;
- г) $p(r) = p_0 - \rho\alpha r$.

9. Для нанесения покрытия на основе MgF_2 используют метод ...

- а) осаждения из раствора;
- б) электронно-лучевой;
- в) резистивного напыления;
- г) травления.

10. Коэффициент пропускания тонкой пластины из стекла марки К8 на длине волны 550 нм равен ...

- а) 0,92;*
- б) 0,98;*
- в) 0,96;*
- г) 0,84.*

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

- 1. Оптический диапазон длин волн.*
- 2. Уравнение энергетического баланса. Основные процессы, происходящие с оптическим потоком в материале.*
- 3. Бесцветное оптическое стекло, его оптические и физико-химические свойства.*
- 4. Основные нормируемые характеристики бесцветного стекла и методы их измерения.*
- 5. Цветное оптическое стекло, его нормируемые характеристики. Применение цветного стекла.*
- 6. Оптические материалы, применяемые в ИК-технике.*
- 7. Оптические кристаллы, особенности строения и свойств.*
- 8. Оптические материалы активных сред твердотельных лазеров, их основные параметры.*
- 9. Кристаллы для нелинейного преобразования частоты.*
- 10. Кристаллические материалы для устройств, работающих на электрооптическом эффекте, их параметры и применение.*
- 11. Акустооптические кристаллы и показатели их качества.*
- 12. Парателлурит и его применение в акустооптических приборах.*
- 13. Кристаллический кварц и его применение в акустооптике.*
- 14. Прямой и обратный пьезоэффект. Пьезопреобразователи на основе ниобата лития.*
- 15. Технология получения оптического бесцветного стекла.*
- 16. Рост кристаллов. Дефекты роста кристаллов. Методы выращивания кристаллов.*
- 17. Основные обрабатывающие и вспомогательные технологические операции получения оптических деталей.*
- 18. Формообразование и инструмент для обработки оптических поверхностей.*
- 19. Абразивные материалы. Номенклатура и основные свойства.*
- 20. Методы блокировки оптических деталей при групповой обработке.*
- 21. Шлифование оптических деталей.*
- 22. Полирование оптических поверхностей. Основные приемы. Методы*

контроля.

23. Контактный и интерференционный методы контроля качества оптических поверхностей.

24. Введение в технологию изготовления акустооптических приборов.

25. Методы установки пьезопреобразователя.

26. Согласование электрических импедансов пьезопреобразователя с усилительным трактом.

27. Назначение и виды покрытий.

28. Интерференционные покрытия, основы расчета.

29. Отражающие, светоделительные просветляющие, дихроичные, поляризационные и дихроичные покрытия и их применение. Разработка однослойного просветляющего покрытия на основе MgF_2 .

30. Методы нанесения и контроля оптических покрытий. Осаждение тонкой пленки из раствора. Резистивное распыление в вакууме. Ионно-лучевой метод.

31. Определение показателя преломления и толщины диэлектрических интерференционных покрытий. Определение оптических постоянных тонких пленок металлов по спектрофотометрическим измерениям и толщине.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 14 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 14 до 16 баллов.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 18 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 18 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Оптические материалы и их свойства	ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Технология изготовления оптических деталей	ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому

			проекту....
3	Оптические устройства	ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования *10 мин.* Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач *10 мин.* Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач *10 мин.* Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет *30 мин.*

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1) Денисов, Д. Г. *Оптические материалы и технологии : учеб-но-методическое пособие* / Д. Г. Денисов, Н. В. Барышников. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2020. — 126 с. — ISBN 978-5-7038-5508-9. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115358.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2) Денисов, Д. Г. *Оптические материалы и технологии. Модуль 2. Разработка технологических процессов производства типовых оптических деталей. Ч. 1. Особенности формообразования поверхностей плоских оп-тических деталей* / Д. Г. Денисов. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2020. — 92 с. — ISBN 978-5-7038-5512-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт].

— URL: <https://www.iprbookshop.ru/115615.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3) Кручинин, Д. Ю. Фотолитографические технологии в производстве оптических деталей : учебное пособие для СПО / Д. Ю. Кручинин, Е. П. Фарафонтова ; под редакцией В. А. Дерябина. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 49 с. — ISBN 978-5-4488-0454-0, 978-5-7996-2891-8. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87896.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/87896>

4) Твердохлеб, П. Е. Оптические свойства тонких диэлектрических пленок : учебное пособие / П. Е. Твердохлеб, М. А. Пономарева. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 87 с. — ISBN 978-5-7782-3974-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98799.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5) Оптическое материаловедение. Материалы и оптические элементы в фотонике : учебное пособие / А. Г. Глуценко, Е. П. Глуценко, Г. Н. Гончарова, С. В. Жуков. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 241 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75385.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1) <https://elibrary.ru>

2) <https://cchgeu.ru>

3) <https://www.iprbookshop.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой, персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Технологии оптических материалов и устройств» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета в области технологий разработки оптических материалов и устройств. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--