

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 05 » октября 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Оптическое материаловедение**
(наименование)

Форма обучения: _____ **очная**
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ **бакалавриат**
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ **144 (4)**
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Фотоника и оптоинформатика (общий профиль, СУОС)**
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины «Оптическое материаловедение» состоит в том, чтобы сформировать у студентов представление об основных типах оптических материалов, сравнивая их по области применения, эксплуатационным параметрам, физико-химическим свойствам. Для оптических стекол и кристаллов разного назначения изучаются особенности структуры, определяющие их оптические параметры.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Физические основы формирования оптических свойств материалов; состав, структура и свойства стекол, на основе разных стеклообразующих матриц; состав, структура и свойства кристаллов, используемых для изготовления оптических элементов; основные методы исследования структуры и свойств оптических материалов; технологии получения оптических материалов для заданного диапазона длин волн; основы технологических процессов изготовления элементов для систем волоконной оптики.

1.3. Входные требования

Данная дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами в процессе изучения дисциплин: "Физика", "Математика", "Специальные разделы физики", "Оптическая физика".

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1пк-1.1	- основные классы оптических материалов и особенности их применения в фотонике и оптоинформатике; - основы современных технологий синтеза оптических кристаллов, стекол и керамик; - методы исследования физико-химических свойств оптических материалов.	Знает порядок разработки технологических процессов сборки и контроля изделий оптоэлектроники.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2пк-1.1	<ul style="list-style-type: none"> - использовать данные об оптических материалах для прогнозирования оптических и физико-химических свойств новых материалов фотоники; - проводить экспериментальную работу в области исследования материалов фотоники и оптоинформатики; - интерпретировать полученные результаты; - моделировать структуру материалов фотоники и происходящих в них процессов с использованием программных средств. 	Умеет разрабатывать и вносить предложения по корректировке конструкторской документации.	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3пк-1.1	<ul style="list-style-type: none"> - современными методиками исследования основных физико-химических свойств материалов в фотонике и оптоинформатике; - основными теоретическими представлениями, позволяющими анализировать результаты экспериментальных исследований материалов фотоники; - современными приемами моделирования материалов с требуемыми свойствами, с использованием программных средств. 	Владеет навыками анализа состояния технологий изготовления, сборки, юстировки и контроля современных оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	56	56	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	24	24	
- лабораторные работы (ЛР)	28	28	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	52	52	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				
Механизмы формирования оптических свойств конденсированных сред.	4	4	0	8
Предмет, цели и задачи курса. Оптические материалы: понятия, разновидности. Роль оптических материалов в оптоинформатике. Основы физики оптических явлений в твердых телах. Представления о рефракции. Теория дисперсии и ее аналитические модели. Поглощение излучения в материале. Закон Ламберта-Бугера. Фундаментальное поглощение, обусловленное возбуждениями в твердых телах. Фундаментальное электронное поглощение в диэлектриках. Фундаментальные колебательные возбуждения в твердых телах. Многофононное поглощение.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Силикатные стекла.	8	20	0	28
<p> Диаграмма Аббе. Физико-химические, механические и термические свойства классических стекол. Технологические процессы производства оптических материалов. Основные виды дефектов оптических материалов. Номенклатура стекол. Диаграмма состояния и структура кварцевого стекла. </p> <p> Технология получения и свойства кварцевого стекла. Двухкомпонентные щелочносиликатные системы. Области стеклообразования. Свойства силикатных кронов. Основные принципы процессов производства силикатных кронов. Диаграммы состояния и структура флинтов. Области стеклообразования. Свойства силикатных флинтов. Основные принципы процессов производства силикатных флинтов. </p> <p> Практические составы боросиликатных стекол и особенности их свойств. Основы технологии производства боросиликатных стекол. Боратные и лантановые кроны и флинты. Области стеклообразования в двойных системах. Свойства боратных стекол и их расплавов. Применение боратных стекол. </p> <p> Алюмоборатные, алюмосиликатные и боролантановые стекла. Области стеклообразования. Общая характеристика свойств стекол и области стеклообразования. Практические составы бороалюминатных, лантансодержащих и алюмо (галиево)силикатных стекол. </p>				
Несиликатные стекла.	6	0	0	6
<p> Фторосодержащие оптические стекла. Стеклообразный фтористый бериллий, фторобериллатные стекла, особенности их технологии и свойств. Стекла на основе фторидов металлов и других галогенидов, области применения. Оксифторидные оптические стекла: особенности их свойств и технологии. </p> <p> Стекла для инфракрасной оптики (халькогенидные). Двойные системы: S – Se, S – As, Se – As, Se – Ge. Области стеклообразования и общая характеристика свойств. Общая характеристика физико-химических свойств. Оптические постоянные халькогенидных стекол, типичные марки оптических стекол. Основы технологии промышленного изготовления халькогенидных стекол. </p> <p> Германатные, теллуридные, ванадатные и другие стекла. Специфика структуры, свойств и технологий получения. </p> <p> Общая характеристика свойств органических низко </p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
- и высокомолекулярных стекол. Способы модификации оптических, физико-химических и механических свойств полимерных стекол. Полимерные стекла в линзовой оптике, волоконной оптике и в самофокусирующихся оптических элементах.				
Эксплуатационные свойства оптических стекол.	6	4	0	10
Структура стекла и основы механизма проводимости. Основное статистическое уравнение проводимости стекол. Принцип формирования профиля показателя преломления в элементах градиентной оптики. Особенности ионообменных процессов между стеклами и расплавами солей, между стеклами и водными растворами электролитов. Химическая устойчивость стекол. Влияние компонентов стекла на химическую устойчивость. Твердость, прочность и хрупкость стекла. Модельные представления о прочности стекол. Определение прочности, твердости и хрупкости стекла. Методы упрочнения стекла. Оксидные и галоидные кристаллы. Полупроводниковые кристаллы. Оптические ситаллы. Оптическая керамика. Методы получения оптических кристаллов.				
ИТОГО по 6-му семестру	24	28	0	52
ИТОГО по дисциплине	24	28	0	52

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Измерение показателя преломления оптического материала на рефрактометре Пульфриха
2	Определение плотности стекла
3	Построение дисперсионных кривых оптических стекол
4	Построение кривой пропускания оптического материала с помощью монохроматора
5	Определение поверхностных дефектов прозрачных веществ
6	Определение оптических характеристик полимерных стекол
7	Измерение твердости оптических материалов
8	Определение индексов хрупкости и долговечности оптических стекол
9	Экспертиза цветного стекла

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектам лекций рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Постников В. С. Оптическое материаловедение : курс лекций / В. С. Постников. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	20
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Ефимов А. М. Оптические свойства материалов и механизмы их формирования : учебное пособие / А. М. Ефимов. - Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2008.	30
2	Никоноров Н. В. Оптическое материаловедение: основы прочности оптического стекла : учебное пособие / Н. В. Никоноров, С. К. Евстропьев. - Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2010.	30
2.2. Периодические издания		

1	Фотоника : научно-технический журнал / Техносфера; Лазерная ассоциация; журнал Photonik и AT-Fachverlag GmbH. - Москва: Техносфера, 2007 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Постников В. С. Оптическое материаловедение	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3606	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	https://dvs.rsl.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Аналитические весы ВЛР 200	1
Лабораторная работа	Микротвердомер HVS-1000	1
Лабораторная работа	Рефрактометр Аббе DR-M2 1550	1
Лабораторная работа	Рефрактометр Пульфриха	1
Лабораторная работа	Спектрофотометр СФ-2000	1
Лабораторная работа	Стенд «Определение степени поляризации лазерного луча. Исследование закона Малюса и закона Брюстера»	6
Лабораторная работа	Стенд «Определение шероховатости поверхности стекла с помощью микроинтерферометра Линника»	1
Лабораторная работа	Стенд «Получение и исследование эллиптически поляризованного света»	6
Лекция	Проектор, экран (в мультимедийной учебной аудитории)	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Оптическое материаловедение»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: _____ 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика _____

Направленность (профиль) _____ Волоконная оптика _____
образовательной программы:

Квалификация выпускника: _____ «Бакалавр» _____

Выпускающая кафедра: _____ Общая физика _____

Форма обучения: _____ Очная _____

Курс: 3	Семестр: 6
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144
Форма промежуточной аттестации:	
Экзамен	6 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Оптическое материаловедение» является приложением (частью) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в 6-м семестре и разбито на 4 учебных модуля. Предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине.

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный
	С	ТО	ОЛР	КР	Экзамен
Усвоенные знания					
Знает: – основные понятия, определения и законы различных разделов оптики; – методы и приемы проведения экспериментальных исследований – принципы математического описания результатов экспериментальных исследований; – строение и основные свойства оптических материалов;		ТО		КР1	ТВ
		ТО		КР1	ТВ
		ТО		КР1	ТВ
		ТО		КР2	ТВ
Освоенные умения					
Умеет: – использовать современные приборы для исследования физико-химических свойств оптических материалов; – проводить экспериментальную работу в области исследования материалов фотоники и оптоинформатики, анализировать эмпирические данные; – использовать современные приборы для исследования физико-химических свойств оптических материалов; – самостоятельно проводить			ОЛР	КР2	
			ОЛР		
			ОЛР	КР2	
			ОЛР		

экспериментальную работу в области исследования оптических материалов.					
Приобретенные владения					
Владеет: – методиками экспериментального исследования свойств оптических материалов, приемами и алгоритмами решения задач; – методиками экспериментального исследования свойств оптических материалов; – навыками работы с реальными исследовательскими приборами.	С		ОЛР		
	С		ОЛР		
	С		ОЛР		

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; КР – рубежная контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с «Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры» в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 9 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Проверка *владений* производится при выполнении лабораторных работ.

Типовые вопросы теоретического опроса при защите лабораторных работ (проверка умений и владений):

1. Порядок проведения эксперимента на рефрактометре Пульфриха.
2. Порядок проведения эксперимента на монохроматоре УМ-1.
3. Принцип работы интерферометра Линника.
4. Порядок проведения эксперимента на спектрофотометре СФ-2000.
5. Рассчитать показатель преломления в силикатном и полимерном стеклах.
6. Построить кривую пропускания силикатного стекла и рассчитать границы диапазона прозрачности.
7. Определить плотность силикатного и полимерного стекол.
8. Определить характеристики поверхностных дефектов стекла.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов.

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Запланировано 2 рубежных контрольных работы (КР) после освоения студентами соответствующих учебных модулей дисциплины. Первая КР – по модулю 1 "Физические основы прозрачности", вторая КР – по модулю 2 "Классические стекла".

Типовые задания первой КР.

1. Комплексный характер оптических постоянных.
2. Практические характеристики поглощения света в веществе.
3. Дисперсия показателя преломления. Особенности спектра пропускания стекол в различных оптических диапазонах.
4. Методы окрашивания стекол.
5. Физико-химические характеристики стеклообразного состояния.
6. Температурный интервал стеклования. Температура стеклования.
7. Изменение свойств стекла в интервале стеклования.
8. Вязкость стекла. Диаграмма вязкости. "Длина" стекла.
9. Влияние химического состава стекла на его плотность, вязкость и "длину".

Типовые задания второй КР.

1. Оксифторидные оптические стекла.
2. Халькогенидные стекла и их свойства.
3. Стекла на основе органических соединений.
4. Природа и особенности электропроводности стекол.
5. Ионообменные процессы между стеклами и расплавами солей.
6. Прочностные характеристики стекол.
7. Методы увеличения прочности стекла.
8. Теплофизические свойства стекол: коэффициенты термостойкости и термического расширения.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация по дисциплине, согласно РПД, проводится в виде экзамена письменно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы, контролируемые уровнем сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы экзамена

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Разновидности оптических материалов. Классификация свойств оптических материалов.
2. Комплексный характер оптических постоянных – диэлектрической проницаемости и показателя преломления. Физическая природа оптических постоянных.
3. Количественные характеристики прохождения монохроматического луча через пластину из оптического материала. Закон Ламберта-Бугера. Закон Бера.
4. Виды и механизмы поглощения в различных спектральных диапазонах.
5. Основные оптические характеристики стекол в диапазоне их прозрачности. Нормальная и аномальная дисперсии.
6. Рефракция: удельная рефракция, молярная рефракция, формула Коши.
7. Основные оптические характеристики, используемые в фотонике: главный показатель преломления, средняя дисперсия, число Аббе, частная дисперсия.
8. Основные способы получения кварцевого стекла. Марки кварцевого стекла.
9. Современные разновидности паросинтетического метода.
10. Физико-химические характеристики стеклообразного состояния.
11. Химическая устойчивость стекол: Факторы, влияющие на химическую устойчивость. Механизмы действия реагентов 1-й и 2-й групп.
12. Классификация силикатных стекол. Основные характеристики кварцевого стекла.
13. Основные принципы технологических процессов производства натриево-силикатных стекол.

14. Силикатные флинтты. Структура и свойства стекол системы $\text{SiO}_2 - \text{PbO}$. Особенности производства силикатных флинттов.
15. Боратные и лантановые стекла: особенности структуры и свойств.
16. Строение и свойства стекол на основе органических соединений.
17. Ионная диффузия в стеклах. Природа электропроводности стекол.
18. Прочностные характеристики стекол. Модели разрушения. Твердость и хрупкость стекла.
19. Методы увеличения прочности стекла.
20. Кристаллические оптические материалы: пассивные и активные кристаллы, области применения.
21. Методы выращивания монокристаллов.

Полный перечень теоретических вопросов в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче экзамена

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов знать, уметь и владеть приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций на экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.