



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)**

**ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

СОГЛАСОВАНО

Научный руководитель ОП

(подпись)

Тананаев И.Г.

(ФИО)

Руководитель ОП

(подпись)

Патрушева О.В.

(ФИО)



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента ядерных технологий

(подпись)

Патрушева О.В.

(И.О. Фамилия)

15 февраля 2023 г.

|

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Материаловедение и технологии получения оптических керамических материалов

Направление подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

(Перспективные материалы и технологии материалов,  
совместно с НИЦ «Курчатовский институт» и ИХ ДВО РАН)

Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 22.04.01 **Материаловедение и технологии материалов**, утвержденного приказом Минобрнауки России от 24 апреля 2018 г. № 306.

И. о. директора Департамента ядерных технологий Патрушева О.В.  
Составитель: профессор Департамента ядерных технологий, к.т.н. Косьянов Д.Ю.

Владивосток  
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании Департамента ядерных технологий протокол от «11» февраля 2023 г. № 06.

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_\_

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_\_

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_\_

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_\_

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_\_

## **Аннотация дисциплины**

### *«Материаловедение и технологии получения оптических керамических материалов»*

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы / 108 академических часа. Является дисциплиной части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на *1 курсе во 2 семестре* и завершается *зачетом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме *18 часов*, лабораторных работ *34 часа*, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - *56 часов*.

*Язык реализации: русский.*

#### **Цель:**

Сформировать компетенции в области технологий создания и изучения свойств ключевых типов оптических керамических материалов в зависимости от их микроструктуры и структурно-фазового состава (передовых оптических керамик в различных отраслях промышленности: микроэлектроника, медицина, лазерная и осветительная техника, технологии связи, авиация и др.).

#### **Задачи:**

- ознакомить студентов с классическими представлениями об оптических материалах в форме керамик, монокристаллов и стекол;
- обозначить преимущества и недостатки применения оптических материалов в промышленности;
- ознакомить студентов с основными подходами по созданию керамических материалов оптического качества;
- ознакомить студентов с возможностями управления структурно-фазовым состоянием, микроструктурой и свойствами оптических керамик при спекании;

– ознакомить студентов с методами анализа структурно-фазового состояния, микроструктуры, физико-механических характеристик, оптических и др. свойств оптических керамических материалов.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

ОПК-4 Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности;

ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях;

полученные в результате изучения дисциплин («Методология научных исследований в материаловедении», «Нанохимия и нанотехнология», «Основы оптических методов исследования материалов»), обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Наноструктурированные металлические и керамические материалы», «Наилучшие доступные технологии в производстве перспективных материалов», формирующих компетенции:

ПК-1 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач;

ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения;

ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности;

ПК-6 Способен генерировать и формулировать оригинальные идеи в специализированных областях науки, техники и технологий, планировать разработку нового материала и осуществлять обоснованный выбор технологического оборудования.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.1 Осуществляет рациональный выбор материалов, оптимизирует их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения.	Знает области и приложения, в которых могут найти применения оптические керамические материалы (в зависимости от их состава и структуры);  Умеет верно соотнести потребности различных областей применения и приложения со структурно-фазовым состоянием оптических керамических материалов, предложить состав материала в зависимости от его предполагаемого практического применения;  Владеет навыками самостоятельно определить

			кристаллическое строение оптического материала в зависимости от его состава, описать его оптические свойства.
	ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	ПК-3.1 Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	<p>Знает последовательность ключевых операций в базовых методах получения керамических порошков и оптических керамик на их основе;</p> <p>Умеет верно подбирать оптимальный метод получения керамических порошков и оптических керамик на их основе в зависимости от выдвигаемых требований к конечному продукту;</p> <p>Владеет навыками самостоятельно разобраться в технологических операциях в рамках базовых методов получения керамических порошков и оптических керамик на их основе.</p>
	ПК-5 Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале	ПК-5.1 Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам	<p>Знает метод оценки качества керамических порошков и оптических керамик на их основе в зависимости от поставленных задач при испытаниях;</p> <p>Умеет верно определить оптимальный метод оценки качества керамических порошков и оптических керамик на их основе в соответствии с технической и экономической целесообразностью;</p>

			Владеет навыками самостоятельного проведения оценки качества керамических порошков и оптических керамик на их основе (их структурно-фазового состояния, оптических свойств, физико-механических характеристик).
		ПК-5.2 Прогнозирует и описывает процесс достижения заданного уровня свойств в материале	<p>Знает основные положения физики спекания, способов контроля микроструктуры оптических керамических материалов;</p> <p>Умеет выявить взаимосвязь микроструктуры керамического материала с условиями получения ее прекурсоров и параметрами спекания;</p> <p>Владеет навыками применения подходов и методов, необходимые для построения и интерпретации траекторий спекания; методы анализа спектроскопических и физико-механических характеристик оптических керамик.</p>

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Материаловедение и технологии получения оптических керамических материалов» применяются следующие методы интерактивного обучения: лекция-презентация, проблемная лекция, лекция с разбором конкретных ситуаций.

## **I. Цели и задачи освоения дисциплины:**

**Цель:** ознакомление студентов с физико-химическими основами создания перспективных оптических керамических материалов, их структурно-фазового состояния и свойств. Их практическое применение актуально при решении вопроса повышения точности измерения расстояний (оптическая локация), реализации новых режимов обработки материалов, создания качественно новых носителей оптической информации и медицинского оборудования, ИК окон, сверхпрочных прозрачных покрытий, высокоомощных светодиодов (направление Н1 Стратегии НТР РФ).

### **Задачи:**

- ознакомить студентов с классическими представлениями об оптических материалах в форме керамик, монокристаллов и стекол. Очертить плюсы и минусы применения данных форм материалов в промышленности;
- ознакомить студентов с основными подходами по созданию керамических материалов оптического качества;
- ознакомить студентов с возможностями управления структурно-фазовым состоянием, микроструктурой и свойствами оптических керамик при спекании;
- ознакомить студентов с методами анализа структурно-фазового состояния, микроструктуры, физико-механических характеристик, оптических и др. свойств оптических керамических материалов.

Дисциплина «Материаловедение и технологии получения оптических керамических материалов» относится к разделу Б1.В.ДВ.02.01 части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений. Изучению дисциплины предшествует освоение важных для ее понимания предметов «Методология научных исследований в материаловедении», «Нанохимия и нанотехнология», «Основы оптических методов исследования материалов», изучаемые в 1 семестре 1-го курса магистратуры. Следующими дисциплинами являются «Наноструктурированные металлические и керамические материалы», «Наилучшие доступные технологии в производстве перспективных материалов».

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Научно-исследовательский	ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.1 Осуществляет рациональный выбор материалов, оптимизирует их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	<p>Знает области и приложения, в которых могут найти применения оптические керамические материалы (в зависимости от их состава и структуры);</p> <p>Умеет верно соотнести потребности различных областей применения и приложения со структурно-фазовым состоянием оптических керамических материалов, предложить состав материала в зависимости от его предполагаемого практического применения;</p> <p>Владеет навыками самостоятельно определить кристаллическое строение оптического материала в зависимости от его состава, описать его оптические свойства.</p>
технологический	ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструктивных, инструментальных	ПК-3.1 Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструктивных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	<p>Знает последовательность ключевых операций в базовых методах получения керамических порошков и оптических керамик на их основе;</p> <p>Умеет верно подбирать оптимальный метод получения керамических порошков и оптических керамик на</p>

	<p>ых, композиционны х и иных материалов с целью повышения их конкурентоспос обности</p>		<p>их основе в зависимости от выдвигаемых требований к конечному продукту;</p> <p>Владеет навыками самостоятельно разобраться в технологических операциях в рамках базовых методов получения керамических порошков и оптических керамик на их основе.</p>
технологи ческий	<p>ПК-5 Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительски м характеристика м; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале</p>	<p>ПК-5.1 Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам</p>	<p>Знает метод оценки качества керамических порошков и оптических керамик на их основе в зависимости от поставленных задач при испытаниях;</p> <p>Умеет верно определить оптимальный метод оценки качества керамических порошков и оптических керамик на их основе в соответствии с технической и экономической целесообразностью;</p> <p>Владеет навыками самостоятельного проведения оценки качества керамических порошков и оптических керамик на их основе (их структурно-фазового состояния, оптических свойств, физико- механических характеристик).</p>
		<p>ПК-5.2 Прогнозирует и описывает процесс достижения заданного уровня свойств в материале</p>	<p>Знает основные положения физики спекания, способов контроля микроструктуры оптических</p>

			<p>керамических материалов;</p> <p>Умеет выявлять взаимосвязь микроструктуры керамического материала с условиями ее получения и прекурсоров и параметрами спекания;</p> <p>Владеет навыками применения подходов и методов, необходимые для построения и интерпретации траекторий спекания; методы анализа спектроскопических и физико-механических характеристик оптических керамик.</p>
--	--	--	--

## II. Трудоемкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 академических часов)

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Конт роль* *	Формы промежуточной аттестации***
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР			
1	Раздел 1. Оптические керамические материалы: введение	2	5	8	-	-	14	-	Вопросы к зачёту № 1-14	
1.1	Тема 1. Выбор оптического материала	2	3	4	-	-	7	-	Вопросы к зачёту № 1-7	
1.2	Тема 2. Монокристалл, керамика или стекло?	2	2	4	-	-	7	-	Вопросы к зачёту № 8-14	
2	Раздел 2. Нанопорошки - прекурсоры оптических керамик	2	5	8	-	-	14	-	Вопросы к зачёту № 1-14, 22-23, 32-41	
3	Раздел 3. Передовые керамические технологии в оптическом материаловедении	2	4	9	-	-	14	-	Вопросы к зачёту № 15-23, 32-41	
3.1	Тема 1. Базовые технологии создания оптических керамик	2	2	5	-	-	7	-	Вопросы к зачёту № 15-23	
3.2	Тема 2. Стратегии управления микроструктурой керамик (интерактивная форма: проблемная лекция, лекция с разбором конкретных ситуаций)	2	2	4	-	-	7	-	Вопросы к зачёту № 32-41	
4	Базовые методы анализа свойств оптических керамик	2	4	9	-	-	14	-	Вопросы к зачёту № 2-17, 42-48	
Итого:			18	34	-	-	56	-	Зачет	

### **III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Теоретическая часть курса направлена на освещение основных положений дисциплины «Материаловедение и технологии получения оптических керамических материалов» в лекционной форме. В дальнейшем самостоятельная проработка конспектов лекций позволяет освоить базовые технологических подходы и методы для их применения на практике.

#### **Раздел 1. Оптические керамические материалы: введение**

##### **Тема 1. Выбор оптического материала**

История создания прозрачных (оптических) материалов. Области практического применения. Требования к материалу как к оптической среде.

##### **Тема 2. Монокристалл, керамика или стекло?**

Центры рассеяния света в поликристаллической среде. Керамический твердый раствор. Кристаллография оксидов РЗЭ. Нанокерамика. Соотношение Холла-Петча. Изо- и гетеровалентное замещение.

#### **Раздел 2. Нанопорошки – прекурсоры оптических керамик**

Требование к порошкам как прекурсорам оптических керамик. Фазовый состав, химическая чистота, морфология и гранулометрический состав порошков. Активность порошков к спеканию. Базовые методы получения порошков контролируемой морфологии. Проблемы расстехиометрии состава. Золь-гель технология. Химическое осаждение частиц из растворов солей. Самораспространяющийся синтез. Механохимический синтез. Микроволновой синтез. Выходной контроль порошка.

#### **Раздел 3. Передовые керамические технологии в оптическом материаловедении**

##### **Тема 1. Базовые технологии создания оптических керамик**

Спекание в вакууме. Горячее изостатическое прессование. Спекание в электрическом поле. Спекание в микроволновом поле

##### **Тема 2. Стратегии управления микроструктурой керамик**

Контроль мезоструктуры компакта. Применение спекающих добавок и допирование. Спекание под давлением. Двухступенчатое спекание. Пост-отжиг керамик.

#### **Раздел 4. Базовые методы анализа свойств оптических керамик**

Морфология. Пористость. Структурно-фазовое состояние. Оптические свойства. Физико-механические характеристики.

## **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. Монокристалл, керамика или стекло?**

Морфология. Пористость. Структурно-фазовое состояние. Оптические свойства. Физико-механические характеристики.

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. Характеристики оптической керамики в зависимости от области практического применения**

Анализ областей применения керамик на основе иттрий-алюминиевого граната, алюмомагниевого шпинели, и твердых растворов на их основе. Выявление взаимосвязи состава материала с диапазоном длин волн его оптической прозрачности.

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. Контроль параметров керамических порошков**

Входной контроль параметров керамических порошков – ознакомление с методами азотной и ртутной порометрии, лазерной нефелометрии, сканирующей электронной микроскопии. Расчет среднего размера частиц.

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. Физико-химия спекания порошков оксидов**

Схема развития твердотельного взаимодействия. Движущие силы диффузии. Анализ движущих сил твердотельного спекания, поиск путей их активации.

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. Эволюция морфологии керамик при спекании**

Интерпретация траектории спекания. Нормальная/аномальная зависимость размера зерна от плотности. Расчет энергии активации роста зерна и уплотнения по экспериментальным данным. Рекристаллизация. Внутризеренная и зернограничная пористость.

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. Методы анализа характеристик образцов оптических керамик**

Интерпретация спектров оптического пропускания. Микро- и наноиндентирование. Расчет микротвердости, модуля упругости, и коэффициента трещиностойкости керамик. Определение теплопроводности.

## V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства *	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	РАЗДЕЛ 1. Оптические керамические материалы: введение	ПК-2.1 – Осуществляет рациональный выбор материалов, оптимизирует их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения.	знает	ПР-6	УО-1
			умеет	УО-1	
			владеет	ПР-11	
2	РАЗДЕЛ 2. Нанопорошки – прекурсоры оптических керамик	ПК-3.1 – Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	знает	ПР-6	УО-1
			умеет	УО-1	
			владеет	ПР-11	
3	РАЗДЕЛ 3. Передовые керамические технологии в оптическом материаловедении	ПК-3.1 – Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности ПК-5.2 – Прогнозирует и описывает процесс достижения заданного уровня свойств в материале	знает	ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1	
			владеет	ПР-11	
4	РАЗДЕЛ 4. Базовые методы анализа свойств оптических керамик	ПК-5.1 – Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам	знает	ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1	
			владеет	ПР-11	

	Зачет			-	УО-1
--	-------	--	--	---	------

\* Рекомендуемые формы оценочных средств:

1) собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); доклад, сообщение (УО-3); круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); и т.д.

2) тесты (ПР-1); контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), лабораторная работа (ПР-6); конспект (ПР-7); портфолио (ПР-8); проект (ПР-9); деловая и/или ролевая игра (ПР-10); кейс-задача (ПР-11); рабочая тетрадь (ПР-12); и т.д.

3) тренажер (ТС-1); и т.д.

## **VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;

- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;

- подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;

- поиск информации по теме, с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;

- подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;

- выполнение домашних контрольных работ;

- выполнение тестовых заданий, решение задач;

- подготовка к зачетам и экзаменам.

## **VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Kong, L.B. Transparent Ceramics / L.B. Kong, Y. Huang W. Que, T. Zhang, S. Li, J. Zhang, Z. Dong, D. Tang. – Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2015. – 734 pp. ISBN: 978-3-319-18955-0. doi: 10.1007/978-3-319-18956-7;
2. Rahaman, M.N. Ceramic Processing. 2nd ed. / M.N. Rahaman. – USA: CRC Press, 2017. – 550 pp. eBook ISBN: 978-1-315-15716-0. doi: 10.1201/9781315157160.

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Binary Rare Earth Oxides / Edited by G. Adachi, N. Imanaka, Z.C. Kang. – Springer Netherlands, 2004. – 257 pp. eBook ISBN: 1-4020-2569-6. doi: 10.1007/1-4020-2569-6;
2. Kang, S.-J. L. Sintering: Densification, Grain Growth, and Microstructure / S.-J. L. Kang. – England: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004. – 280 pp. ISBN: 07506 63855;
3. Ring, T.A. Fundamentals of ceramic powder processing and synthesis / T.A. Ring. – USA: Academic Press, Inc., 1995. – 962 pp. ISBN: 0-12-588930-5.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

#### **«Интернет»**

1. Xiao, Z. Materials development and potential applications of transparent ceramics: A review / Z. Xiao, S. Yu, Y. Li, S. Ruan, L.B. Kong, Q. Huang, Z. Huang, K. Zhou, H. Su, Z. Yao, W. Que, Y. Liu, T. Zhang, J. Wang, P. Liu, D. Shen, M. Allix, J. Zhang, D. Tang // Materials Science and Engineering: R: Reports. –England: Elsevier B.V., 2020. – V. 139. P. 100518. doi:10.1016/j.mser.2019.100518;
2. Guillon, O. Field-Assisted Sintering Technology/ Spark Plasma Sintering: Mechanisms, Materials, and Technology Developments / O. Guillon, J. Gonzalez-Julian, B. Dargatz, T. Kessel, G. Schierning, J.R.M. Herrmann // Advanced Engineering Materials. – Germany: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2014. – V. 139. P. 830-849. doi:10.1002/adem.201300409;

3. Wang, S.F. Transparent ceramics: Processing, materials and applications / S.F. Wang, J. Zhang, D.W. Luo, F. Gu, D.Y. Tang, Z.L. Dong, G.E.B. Tan, W.X. Que, T.S. Zhang, S. Li, L.B. Kong // Progress in Solid State Chemistry. – Netherlands: Elsevier Ltd., 2013. – V. 41. P. 20-54. doi:10.1016/j.progsolidstchem.2012.12.002.

## **VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнении аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным работам, выполнение лабораторных работ.

Освоение дисциплины «Материаловедение и технологии получения оптических керамических материалов» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Материаловедение и технологии получения оптических керамических материалов» является зачет.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

## Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебные аудитории для проведения учебных занятий:		
L607, L608, L561a, L566	Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА - 1 шт. Парты и стулья	
L560, L632, L633	Мультимедийная аудитория: экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229, проектор BenQ MW 526 E	
Помещения для самостоятельной работы:		
A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копр-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Toraz 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой.	Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия па право подключения к внутренней информационной системе документооборота и portalу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.