

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 25.09.2023 18:18:21

Уникальный идентификатор:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Полиграфического института

И.В. Нагорнова/

« 30 »

ИЮНЯ

2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Технология биокерамик»**

Направление подготовки

**22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»**

Профиль подготовки

**«Многофункциональные материалы»**

Квалификация (степень) выпускника

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Москва - 2022

Программа составлена в соответствии с требованиями Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки «Многофункциональные материалы»

**Программу составил:**

доцент, к.т.н.

/Федотов А.Ю. /


Программа дисциплины «Технология биокерамик» по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки «Технология биосовместимых материалов» утверждена на заседании кафедры «Материаловедение»

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой  / Овчинников В.В. /

Программа согласована с руководителем образовательной программы по профилю подготовки «Многофункциональные материалы»

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

 /Кондратов А.П. /

**1. Цели освоения дисциплины.**

**Целью** данного курса является теоретическое и практическое изучение основ технологии керамических композиционных материалов для изделий медико-биологического назначения, формирование у студентов научно-обоснованного подхода к подбору сырья, вспомогательных материалов и оборудования для производства биосовместимых керамических.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Технология биокерамик» следует отнести:

- рассмотрение традиционных и новейших разработок в области технологии керамических материалов, методов их обработки, современного оборудования;
- изучение механизмов влияния методов производства на структуру и свойства керамических материалов;
- ознакомление с основными тенденциями в области совершенствования технологии биосовместимых керамических материалов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.

Дисциплина «Технология биокерамик» относится к дисциплинам, формируемым участниками образовательных отношений части блока (Б1) образовательной программы магистратуры.

«Технология биокерамик» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Инновационные технологии обработки функциональных материалов;
- Трибология функциональных материалов;
- Металлические биосовместимые материалы;
- Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов.
- Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-4	способностью определять соответствие готового изделия заявленным эксплуатационным характеристикам; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материале	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• определять объем и содержание работ, необходимых для выполнения основных и вспомогательных технологических операций;</li><li>• анализировать технологический процесс: разделять его на стадии и элементарные технологические операции.</li></ul>

		<p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками осуществления технологических операций по созданию образцов нового материала на лабораторном технологическом оборудовании.</li> </ul>
<b>ПК-6</b>	Способностью моделировать процессы обработки и прогнозировать результаты их осуществления	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные достижения и результаты научно-технических разработок, научных исследований в области технологии биокерамик;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• управлять параметрами процесса технологической обработки материала и контролировать их.</li> <li>• обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов;</li> <li>• методами оценки параметров, характеризующих плотность дефектов решетки, причин изменения химического состава, плотности, пористости, фазового состава, характеристик структуры и других служебных параметров керамических материалов.</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы, т.е. **144** академических часов (из них 108 часов – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина читается на **втором** курсе в **третьем** семестре, в том числе аудиторных занятий – 36 часов, из них лекций – 18 часов, практические работы – 18 часа, форма промежуточной аттестации – **экзамен**.

Структура и содержание дисциплины «Технология биокерамик» по срокам и видам работы отражены в Приложении А.

#### Структура и содержание разделов дисциплины

Структура и содержание разделов дисциплины указаны в **Приложении** к программе.

**Введение:** Краткая история развития производства керамики, классификация керамических изделий.

## **Сырье для производства керамик**

*Природное сырье:* глины, кремнезем, полевой шпат и его заменители, карбонаты кальция, магния, бария и стронция, другие природные материалы.

*Искусственное сырье:* оксиды металлов, бескислородные тугоплавкие соединения.

*Техногенное сырье.*

## **Основы процессов технологии керамики.**

*Зерновой состав и измельчение компонентов:* характеристика зернового состава, принципы подбора зернового состава, измельчение материалов, основные закономерности измельчения, разделение материалов по крупности.

*Химические методы получения оксидных и бескислородных порошков.*

*Приготовление формовочной массы:* приготовление пресс-порошков, приготовление суспензий для литья, получение пластичных масс.

*Формование:* строение формовочной массы, основные характеристики формовочных масс и полуфабриката, полусухое прессование, пластическое формование, литье из водных суспензий, пленочное литье

*Удаление временной технологической связки:* сушка, удаление неводных временных технологических связок.

*Спекание керамических изделий:* общие сведения о спекании, объемные изменения при спекании, жидкофазное спекание, твердофазное спекание, спекание под давлением, реакционное спекание, факторы, определяющие режим обжига изделий.

*Дополнительные виды обработки керамики:* керамические покрытия, глазурование, декорирование, металлизация, соединение керамики с металлов, механическая обработка керамики.

## **Строение и свойства керамики**

*Строение керамики*

*Деформационное поведение керамик:* прочность керамик, упругие свойства, ползучесть, длительная прочность, деформация под нагрузкой.

*Теплофизические свойства:* теплоемкость, термическое расширение, теплопроводность.

*Термические свойства:* термостойкость, испаряемость, старение керамики, огнеупорность, постоянство объема при высоких температурах.

*Электрофизические свойства:* электропроводность, диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери, электрическая прочность, сегнето- и пьезосвойства, магнитные свойства.

*Химическая стойкость керамики*

*Радиационная стойкость керамики*

## **Получение, структура и свойства биомедицинской керамики**

*Биокерамики*

*Медицинские керамики*

*Биомедицинское применение биокерамик : окись алюминия, окись циркония, гидроксиапатиты, пористая биокерамика*

*Функциональные градиентные материалы*

*Напыление гидроксиапатитов*

*Методы получения пористой керамики*

*Измерение пористости пористых керамик*

*Ионная имплантация применительно к керамикам*

## **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «Технология биокерамик» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- контроль готовности магистранта к семинарским занятиям;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- проведение мастер-классов специалистов в области технологии керамических материалов в лабораториях Центра коллективного пользования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Технология биокерамик» и в целом по дисциплине составляет 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50 % от объема аудиторных занятий.

В процессе изучения дисциплины могут применяться дистанционные образовательные технологии.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением;

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания для контроля усвоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 1.

### **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).**

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
------------------------	--

ПК-4	Способен определять соответствие готового изделия заявленным эксплуатационным характеристикам; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материале
ПК-6	Способен моделировать процессы обработок и прогнозировать результаты их осуществления

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-4 способностью решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<b>знать:</b> перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующим знаниям: перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим знаниям: перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим знаниям: перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим знаниям: перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них.

<p><b>уметь:</b> определять объем и содержание работ, необходимых для выполнения основных и вспомогательных технологических операций; анализировать технологический процесс: разделять его на стадии и элементарные технологические операции.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять объем и содержание работ, необходимых для выполнения основных и вспомогательных технологических операций; анализировать технологический процесс: разделять его на стадии и элементарные технологические операции.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: определять объем и содержание работ, необходимых для выполнения основных и вспомогательных технологических операций; анализировать технологический процесс: разделять его на стадии и элементарные технологические операции.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: определять объем и содержание работ, необходимых для выполнения основных и вспомогательных технологических операций; анализировать технологический процесс: разделять его на стадии и элементарные технологические операции.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: определять объем и содержание работ, необходимых для выполнения основных и вспомогательных технологических операций; анализировать технологический процесс: разделять его на стадии и элементарные технологические операции. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b> навыками осуществления технологических операций по созданию образцов нового материала на лабораторном технологическом оборудовании.</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками осуществления технологических операций по созданию образцов нового материала на лабораторном технологическом оборудовании.</p>	<p>Обучающийся владеет навыками осуществления технологических операций по созданию образцов нового материала на лабораторном технологическом оборудовании в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет навыками осуществления технологических операций по созданию образцов нового материала на лабораторном технологическом оборудовании, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками осуществления технологических операций по созданию образцов нового материала на лабораторном технологическом оборудовании, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>ПК-6</b> Способен моделировать процессы обработок и прогнозировать результаты их осуществления</p>				



<p><b>знать:</b> основные достижения и результаты научно-технических разработок, научных исследований в области технологии биокерамик.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующим знаниям: основные достижения и результаты научно-технических разработок, научных исследований в области технологии биокерамик.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим знаниям: основные достижения и результаты научно-технических разработок, научных исследований в области технологии биокерамик.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим знаниям: основные достижения и результаты научно-технических разработок, научных исследований в области технологии биокерамик.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим знаниям: основные достижения и результаты научно-технических разработок, научных исследований в области технологии биокерамик.</p>
<p><b>уметь:</b> обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим умениям: обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим умениям: обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим умениям: обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b> навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов; методами оценки параметров, характеризующих плотность дефектов решетки, причин изменения химического состава, плотности, пористости, фазового состава;</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов; методами оценки параметров, характеризующих плотность дефектов решетки, причин изменения химического состава, плотности, пористости, фазового состава;</p>	<p>Обучающийся владеет навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов; методами оценки параметров, характеризующих плотность дефектов решетки, причин изменения химического состава, плотности, пористости, фазового состава, харак-</p>	<p>Обучающийся частично владеет навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов; методами оценки параметров, характеризующих плотность дефектов решетки, причин изменения химического состава, плотности, пористо-</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов; методами оценки параметров, характеризующих</p>

<p>фектов решетки, причин изменения химического состава, плотности, пористости, фазового состава, характеристик структуры и других служебных параметров керамических материалов.</p>	<p>ва, характеристик структуры и других служебных параметров керамических материалов.</p>	<p>теристик структуры и других служебных параметров керамических материалов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>сти, фазового состава, характеристик структуры и других служебных параметров керамических материалов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>плотность дефектов решетки, причин изменения химического состава, плотности, пористости, фазового состава, характеристик структуры и других служебных параметров керамических материалов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
--	---	--	---	---

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации** является выполнение студентом всех видов учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Технология биокерамик».

(пройти все предусмотренные формы текущего контроля, выступили с презентацией, докладом.)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	<b>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой.</b> Магистрант демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	<b>Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации,</b> предусмотренные программой дисциплины. Магистрант демонстрирует частичное соответствие следующих знаний, умений, навыков, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
Удовлетворительно	<b>Выполнены все обязательные условия подготовки магистранта к промежуточной аттестации,</b> предусмотренные программой дисциплины. Магистрант демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основных принципов и функций маркетинга. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнены <b>обязательные условия подготовки магистранта к промежуточной аттестации,</b> предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Магистрант демонстрирует неполное соответ-

	ствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, магистрант испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
--	---

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 1 к рабочей программе.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **а) основная литература:**

1. Вихров С.П., Холомина Т.А., Афонин П.Н., Бегун П.И.. Биомедицинское материаловедение. Учебное пособие для вузов, ВУЗ,: Горячая Линия - Телеком, 2016. – 383 с.
2. Балкевич В.Л. Техническая керамика: Учеб. Пособие для втузов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.-30 экз

### **б) дополнительная литература:**

3. Беркман А.С. Пористая проницаемая керамика. Стройиздат, 1969.-141 с. 21 экз
4. Тонкая техническая керамика пер. с яп. под ред. Х. Янагида. М.1986.-278 с. 9 экз

### **в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Московского Политеха в разделе «Библиотека. Электронные ресурсы»

<http://mospolytech.ru/index.php?id=309>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Аудитории для лекционных и семинарских занятий №1318, 1304 с переносным мультимедийным комплексом (проектор, экран напольный, ноутбук).

Лаборатории кафедры «Материаловедение» и Центра коллективного пользования «НТМ» 1303, 1319, 1321, 1322, 1108

Ауд. № 1303:

вытяжной лабораторный шкаф;  
лазерный анализатор размера частиц порошка Analyzette 22;  
установка для определения реологических параметров порошка динамическим методом;  
весы с точностью измерения до 0,0001 г.;

прибор для определения удельной поверхности порошков ASAP 2020;  
прибор для определения влажности порошков;  
весы с точностью измерения 0,01 г. МА45;  
установка для определения реологических параметров порошка динамическим методом.

Ауд. № 1302:

печь для нагрева до температуры 1350 °С;  
печь для нагрева до температуры 1250 °С;  
печь для нагрева до температуры 800 °С;  
печь для нагрева до температуры 1000 °С (защитная атмосфера);  
печь для нагрева до температуры 1600 °С;  
печь для нагрева до температуры 1700 °С Nabertherm GmbH;

Ауд. № 1322:

установка для горячего литья под давлением АЕ 2036;  
шаровая (валковая) мельница;  
щёковая дробилка;  
виброустановка;  
конусная дробилка;  
Z-образный смеситель;  
дистиллятор;  
бегуны;  
лабораторные столы.

Ауд. № 1322:

ротационный вискозиметр;  
рН-метр;  
сушильный шкаф для нагрева до 200 °С;  
рассеивающая машина;  
вытяжной лабораторный шкаф;  
установка для определения  $\xi$ -потенциала суспензий;  
лабораторные столы.

Ауд. № 1322:

комплекс установок для приготовления аншлифов;  
бинокулярный микроскоп;  
микротвёрдомер;  
микроскоп для исследования в отражённом свете;  
микроскоп для исследования в проходящем свете.

Ауд. № 1108:

пресс гидравлический;  
маятниковый копёр НР50Р Variante;  
твёрдомер;  
установка для определения размера пор;  
установка для определения трибологических характеристик материалов TRB-S-EE-0000 ;  
Установка для определения шероховатости поверхности;  
разрывная машина;  
установка для определения теплопроводности.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

### **Задачи самостоятельной работы студента:**

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

#### **Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарским занятиям;
- составление и оформление докладов по отдельным темам программы с представлением презентаций;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

#### **Вопросы, выносимые на самостоятельную работу:**

Классификация материалов, применяемых в медицине;

Основные требования, предъявляемые к материалам биомедицинского назначения;

Получение и свойства цементных порошков, состав цементных жидкостей;

Изучение и подготовка презентации по прибору: *ASAP 2020 Прибор для определения удельной поверхности порошков*

Изучение и подготовка презентации по прибору: *Analyzette 22 Лазерный дифрактометр для измерения размеров частиц и распределения их по размерам*

Изучение и подготовка презентации по прибору: *TKЛПISGM/402/15 Установка для подготовки образцов к измерению*

Изучение и подготовка презентации по прибору: *Spectrophotometr, Model 484 Жидкостной хроматограф*

Изучение и подготовка презентации по прибору: *AE 2036 Установка для горячего литья керамики под давлением*

Изучение и подготовка презентации по прибору: *Fritsch GmbH u Pulverisette 6 classic line (Планетарная мельница)*

Изучение и подготовка презентации по прибору: *HIP50P Variante Маятниковый копер*

Изучение и подготовка презентации по прибору: *TRB-S-EE-0000 Трибометр*

Изучение и подготовка презентации по прибору: *AS 200control Просеивающая машина*

Изучение и подготовка презентации по прибору: *Revolution Анализатор порошков*

Изучение и подготовка презентации по прибору: *PREMIUM R с ПО Data Boss Цифровой ротационный вискозиметр*

### **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Предлагается использовать презентации, созданные средствами Microsoft Office Power Point и видеофрагменты по тематике занятий. Демонстрация слайдов и видеофрагментов

должна сопровождаться отступлениями от режима демонстрации для пояснений и контроля правильности понимания отдельных (наиболее важных) вопросов.

Для экономии времени и устранения неизбежных ошибок при конспектировании «на слух» следует снабжать студентов по возможности исчерпывающим раздаточным материалом (тезисы или полный конспект лекций, презентациями и видеофайлами).

В конце изучения каждого модуля (включающего лекционные занятия, семинары или практические работы) целесообразно проводить текущие контрольные мероприятия различного вида.

**Структура и содержание дисциплины «Технология биокерамик»**  
 по направлению подготовки **22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»**  
 профиль "Многофункциональные материалы"

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СР С	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	<b>Третий семестр</b>														
1.1	<b>Введение:</b> Краткая история развития производства керамики, классификация керамических изделий.	3	1-2	2	4		20								
1.2	<b>Сырье для производства керамики</b> <i>Природное сырье:</i> глины, кремнезем, полевой шпат и его заменители, карбонаты кальция, магния, бария и стронция, другие природные материалы. <i>Искусственное сырье:</i> оксиды металлов, бескислородные тугоплавкие соединения. <i>Техногенное сырье.</i>	3	3-5	4	4		30								
1.3	<b>Основы процессов технологии керамики.</b> <i>Зерновой состав и измельчение компонентов:</i> характеристика зернового состава, принципы под-	3	6-8	4	4		28								



<p>бора зернового состава, измельчение материалов, основные закономерности измельчения, разделение материалов по крупности.</p> <p><b>Химические методы получения оксидных и бескислородных порошков.</b></p> <p><b>Приготовление формовочной массы:</b> приготовление пресс-порошков, приготовление суспензий для литья, получение пластичных масс.</p> <p><b>Формование:</b> строение формовочной массы, основные характеристики формовочных масс и полуфабриката, полусухое прессование, пластическое формование, литье из водных суспензий, пленочное литье</p> <p><b>Удаление временной технологической связки:</b> сушка, удаление неводных временных технологических связок.</p> <p><b>Спекание керамических изделий:</b> общие сведения о спекании, объемные изменения при спекании, жидкофазное спекание, твердофазное спекание, спекание под давлением, реакционное спекание, факторы, определяющие режим обжига изделий.</p> <p><b>Дополнительные виды обработки керамики:</b> керамические по-</p>															
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	крытия, глазурование, декорирование, металлизация, соединение керамики с металлов, механическая обработка керамики.														
1.4	<p><b>Строение и свойства керамики</b>  <b>Строение керамики</b>  <b>Деформационное поведение керамик:</b> прочность керамик, упругие свойства, ползучесть, длительная прочность, деформация под нагрузкой  <b>Теплофизические свойства:</b> теплоемкость, термическое расширение, теплопроводность.  <b>Термические свойства:</b> термостойкость, испаряемость, старение керамики, огнеупорность, постоянство объема при высоких температурах.  <b>Электрофизические свойства:</b> электропроводность, диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери, электрическая прочность, сегнето- и пьезосвойства, магнитные свойства.  <b>Химическая стойкость керамики</b>  <b>Радиационная стойкость керамики</b></p>	3	9-11	8	6	30									
	<p><b>Получение, структура и свойства биомедицинской керамики</b>  <b>Биокерамики</b>  <b>Медицинские керамики</b></p>	3	12-14	18	18	108									

1.5	<i>Биомедицинское применение биокерамик</i> : окись алюминия, окись циркония, гидроксиапатиты, пористая биокерамика <i>Функциональные градиентные материалы</i> <i>Напыление гидроксиапатитов</i> <i>Методы получения пористой керамики</i> <i>Измерение пористости пористых керамик</i> <i>Ионная имплантация применительно к керамикам</i>													
1.6	<i>Реакционно-твердеющие системы</i> : виды кальций-фосфатных цементов, состав цементных порошков и цементных жидкостей, влияние различных факторов на состав и структуру затвердевших цементов, зависимость времени схватывания и прочности цементов от состава цементного порошка и цементной жидкости	3	15-17	3	9		18							
1.7			18	1	3		6							
	<i>Форма аттестации</i>													Э
	<b>Всего часов по дисциплине во втором семестре</b>			18	54		108							

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

ООП (профиль): «Многофункциональные материалы»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: научно-исследовательская и технологическая

Кафедра: Материаловедение

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Технология биокерамик»**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Темы коллоквиумов;

Темы докладов, сообщений

#### **Составители:**

Доцент, к.т.н.

/Федотов А.Ю. /

Москва, 2022 год

**ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

<b>Технология биокерамик</b>					
<b>ФГОС ВО 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»</b>					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
<b>КОМПЕТЕНЦИИ</b>		<b>Перечень компонентов</b>	<b>Технология формирования компетенций</b>	<b>Форма оценочного средства**</b>	<b>Степени уровней освоения компетенций</b>
<b>ИН-ДЕКС</b>	<b>ФОРМУЛИРОВКА</b>				

ПК-4	способностью определять соответствие готового изделия заявленным эксплуатационным характеристикам; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материале	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>определять объем и содержание работ, необходимых для выполнения основных и вспомогательных технологических операций;</li> <li>анализировать технологический процесс: разделять его на стадии и элементарные технологические операции.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками осуществления технологических операций по созданию образцов нового материала на лабораторном технологическом оборудовании.</li> </ul>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	К, ДС	<p><b>Базовый уровень</b> Знает основы теории и практики в области создания керамических биосовместимых материалов, методы изучения физико-химических и технологических свойств керамических материалов.</p> <p><b>Повышенный уровень</b> Знает методы теоретического и экспериментального исследования в области создания керамических биосовместимых материалов, методы изучения физико-химических и технологических свойств керамических материалов. Может интерпретировать результаты экспертизы материалов и методов их испытаний.</p>
------	---	--	---	-------	---

ПК-6	способностью моделировать процессы обработок и прогнозировать результаты их осуществления	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные достижения и результаты научно-технических разработок, научных исследований в области технологии биокерамик;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов;</li> <li>• методами оценки параметров, характеризующих плотность дефектов решетки, причин изменения химического состава, плотности, пористости, фазового состава, характеристик структуры и других служебных параметров керамических материалов.</li> </ul>	лекция, самостоятельная работа	К, ДС	<p><b>Базовый уровень</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает основные достижения и результаты научно-технических разработок, научных исследований в области технологии биокерамик</li> </ul> <p><b>Повышенный уровень</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области технологии биокерамик, смежных областях</li> </ul>
------	---	--	--------------------------------	-------	---

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Технология биокерамик»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений



### Перечень вопросов к экзамену

1. Краткая история развития производства керамики, классификация керамических изделий.	ПК-4, ПК-6
2. Классификация керамических изделий.	ПК-4, ПК-6
3. Природное сырье: глины, кремнезем, полевой шпат и его заменители,	ПК-4, ПК-6
4. Природное сырье: карбонаты кальция, магния, бария и стронция, другие природные материалы.	ПК-4, ПК-6
5. Искусственное сырье: оксиды металлов, бескислородные тугоплавкие соединения.	ПК-4, ПК-6
6. Техногенное сырье для производства керамик	ПК-4, ПК-6
7. Зерновой состав и измельчение компонентов	ПК-4, ПК-6
8. Химические методы получения оксидных и бескислородных порошков.	ПК-4, ПК-6
9. Приготовление формовочной массы для производства керамик	ПК-4, ПК-6
10. Удаление временной технологической связки	ПК-4, ПК-6
11. Спекание керамических изделий	ПК-4, ПК-6
12. Дополнительные виды обработки керамики	ПК-4, ПК-6
13. Строение керамики	ПК-4, ПК-6
14. Деформационное поведение керамик	ПК-4, ПК-6
15. Теплофизические свойства	ПК-4, ПК-6
16. Термические свойства керамик	ПК-4, ПК-6
17. Электрофизические свойства керамик	ПК-4, ПК-6
18. Химическая стойкость керамик	ПК-4, ПК-6

19. Химическая стойкость керамик	ПК-4, ПК-6
20. Радиационная стойкость керамик	ПК-4, ПК-6
21. Биокерамики	ПК-4, ПК-6
22. Медицинские керамики	ПК-4, ПК-6
23. Биомедицинское применение биокерамик	ПК-4, ПК-6
24. Функциональные градиентные материалы	ПК-4, ПК-6
25. Напыление гидроксиапатитов	ПК-4, ПК-6
26. Методы получения пористой керамики	ПК-4, ПК-6
27. Измерение пористости пористых керамик	ПК-4, ПК-6
28. Ионная имплантация применительно к керамикам	ПК-4, ПК-6

### **Вопросы для коллоквиумов, собеседования**

по дисциплине «Технология биокерамик»

1. Краткая история развития производства керамики, классификация керамических изделий (ПК-4, ПК-6)
2. Соотношение между природным, искусственным и техногенным сырьем при производстве керамик (ПК-4, ПК-6)
3. Способы синтеза фосфатов кальция (ПК-4, ПК-6)
4. Обосновать взаимосвязь между химическим составом, структурой и свойствами керамик (ПК-4, ПК-6)
5. Методы измельчения материалов (ПК-4, ПК-6)
6. Методы поверхностной обработки керамик (ПК-4, ПК-6)
6. Виды биокерамики, способы получения плотной и пористой керамики (ПК-4, ПК-6)
7. Строение керамик (ПК-4, ПК-6)
8. Реакционно-твердеющие системы: виды кальций-фосфатных цементов, состав цементных порошков и цементных жидкостей, влияние различных факторов на состав и структуру затвердевших цементов, зависимость времени схватывания и прочности цементов от состава цементного порошка и цементной жидкости (ПК-4, ПК-6)
9. Получение, структура и свойства биомедицинской керамики (ПК-4, ПК-6)

10. Методы получения пористых керамик (ПК-4, ПК-6)

11. Способы получения материалов для изготовления биodeградируемых имплантов (ПК-4, ПК-6)

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, - наличие твердых знаний пройденного материала, правильные действия по применению знаний на практике
- оценка «не зачтено» – наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике

**Темы докладов, сообщений**

по дисциплине «Технология биокерамик»

Классификация материалов, применяемых в медицине. Основные требования, предъявляемые к материалам биомедицинского назначения;

Композиционные материалы: получение, свойства, особенности использования;

Получение и свойства цементных порошков, состав цементных жидкостей;

Прибор для определения удельной поверхности порошков ASAP 2020

Лазерный дифрактометр для измерения размеров частиц и распределения их по размерам Analyzette 22

Жидкостной хроматограф Spectrophotometr, Model 484

Установка для горячего литья керамики под давлением AE 2036

Трибометр RB-S-EE-0000

Планетарная мельница Pulverisette 6 classic line

Просеивающая машина AS 200control

Анализатор порошков Revolution

Измеритель сопротивления изоляции Fluke 1507

Миксер планетарный KitchenAid 5KSM150PSEWH

**Критерии оценки:**

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если тема доклада раскрыта полностью, показана актуальность, проблемы и показаны пути их возможного решения, автором высказана точка своя зрения, использована современная литература;
- **оценка «не зачтено»** если тема доклада не раскрыта, материал заимствован из различных источников без самостоятельного анализа, использована старая литература;

