Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 09.09.2025 11:42:16
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735885bc03

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

Факультет Машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Керамические материалы

Направление подготовки
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль
Технология биосовместимых материалов

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

доцент, к.т.н. /А.Ю. Федотов/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н, профессор /В.В. Овчинников/

Руководитель образовательной программы
доцент кафедры «Материаловедение»,
к.т.н. /Ю.С. Тер-Ваганянц/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 2
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 2
3. Структура и содержание дисциплины ... 3
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 3
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 3
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 3
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 4
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 4
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 5
   - 4.1. Основная литература ... 5
   - 4.2. Дополнительная литература ... 5
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 5
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 5
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 5
5. Материально-техническое обеспечение ... 6
6. Методические рекомендации ... 6
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 6
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 6
7. Фонд оценочных средств ... 8
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 8
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 8
   - 7.3. Оценочные средства ... 9

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины – теоретическое и практическое изучение основ получения и переработки керамических композиционных материалов для изделий медико-биологического назначения, формирование у студентов научно-обоснованного подхода к подбору сырья и материалов для биосовместимых керамических материалов и способам их получения.

Задачи дисциплины:

– рассмотрение новейших разработок в области керамических материалов, методах их модификации и переработки, современных методах исследования их структуры и свойств;

– изучение механизма взаимодействия материалов с живыми организмами;

– ознакомление с основными направлениями использования биосовместимых керамических материалов.

Планируемые результаты обучения – подготовка студентов к профессиональной деятельности по направлению подготовки, в том числе освоение способов получения керамических биосовместимых материалов, технологических приемов обработки керамических материалов и методов исследования их свойств.

Обучение по дисциплине «Керамические материалы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённым приказом Минобрнауки России от 24.04.2018 N 306:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен формулировать требования к материалам, рекомендации по изменению состава, структуры, режимов и способов их обработки на основе анализа взаимосвязи, между эксплуатационными, технологическими свойствами и параметрами состава и структуры материала	ИПК-1.1 Знает основные требования, предъявляемые к биосовместимым материалам; режимы и способы их обработки, а также методики определения свойств. ИПК-1.2 Умеет анализировать процесс разработки, обработки и испытаний продукции; разрабатывать предложения по совершенствованию технологического процесса и организации работ по его обеспечению ИПК-1.3 Владеет навыками разработки рекомендаций по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных, полимерных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части базового цикла (Б1.1):

– Технологические процессы производства и обработки функциональных материалов.

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

– Технология биокерамик;
– Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Очная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры 1
	Аудиторные занятия	**64**	**64**
	В том числе:		
1.	Лекции	16	16
2.	Семинарские/практические занятия	48	48
	Самостоятельная работа	**116**	**116**
	В том числе:		
1.	Подготовка к семинарским/практическим занятиям	58	58
2.	Самостоятельное изучение	58	58
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф. зачет/экзамен	**экзамен**	**экзамен**
	Итого	**180**	**180**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Тема №1. Введение. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Актуальные исследования в области современных материалов биомедицинского назначения. Современное состояние и перспективы. Перспективы применения керамик в качестве биосовместимых материалов. Основные термины и определения. Ограничения применения биоактивного керамического материала. Инженерия костной ткани. Требования, предъявляемые к материалам. Кальций-фосфатная керамика. Риски инженерии костной ткани.

Тема №2. Биологическая костная ткань: состав, строение, свойства

Типы костей человека. Кортикальная кость. Трабекулярная кость. Состав костной ткани. Структура костной ткани. Состав других тканей организма. Свойства костной ткани.

Тема №3. Ортофосфаты кальция

Общие сведения об ортофосфатах. Ортофосфаты кальция и соответствующие им минералы. Низкотемпературные фосфаты кальция. Октокальциевый фосфат. Аморфный фосфат кальция. Дикальцийфосфат дигидрат. Осажденный гидроксиапатит. Высокотемпературные фосфаты кальция. Монокальциевый фосфат. Тетракальцийфосфат.

Структура ортофосфатов кальция: (гидроксиапатита, ОКФ, тетракальцийфосфата, ДКФД).

Тема №4. Изоморфные замещения в гидроксипатитах

Изменения параметров решетки при изоморфных замещениях. Влияние фтора на характеристики гидроксильных групп. Энергетические аспекты взаимодействия ионов фтора, хлора и гидроксил-ионов. Модель процесса. Анионное замещение. Катионные замещения.

Тема №5. Материалы на основе фосфатов кальция. Гранулы

Классификация процессов гранулирования. Технология гранулирования. Технология изготовления пористых сферических частиц-гранул на основе ГА, ФГА, КГА, ТКФ И ТКФ-ГА.

Деструкция материалов внеклеточными жидкостями. Применение керамических гранул в медицинской практике. Реконструктивно-восстановительная хирургия. Применение гранул в системе доставки лекарственных препаратов.

Тема №6. Материалы на основе фосфатов кальция. Керамика

Виды биокерамики, способы получения плотной и пористой керамики. Состав, строение и свойства. Плотная керамика. Структура. Технология. Свойства. Влияние состава и среды на механические свойства керамики. Применение.

Пористая керамика. Технология. Структура. Применение.

Тема №7. Материалы на основе фосфатов кальция. Композиционные материалы

Керамика, армированная дисперсными частицами, дискретными и непрерывными волокнами. Биосовместимые полимеры, наполненные дисперсными частицами керамики. Получение композитов на основе ГА. Структура композитов на основе ГА. Свойства композитов на основе ГА. Проблемы и перспективы.

Тема №8. Материалы на основе фосфатов кальция. Фосфатно-кальцевые цементы

Виды кальций-фосфатных цементов, особенности применения в медицинской практике. Общие сведения. Фазообразование в фосфатно-кальциевых цементах. Возможность увеличения механических свойств. Пористость. Проблемы и достижения.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские занятия

Семинарское занятие №1 «Актуальные исследования в области современных материалов биомедицинского назначения».

Семинарское занятие №2 «Биологическая костная ткань: состав, строение, свойства»

Семинарское занятие №3 «Ортофосфаты кальция»

Семинарское занятие №4 «Изоморфные замещения в гидроксипатитах»

Семинарское занятие №5 «Материалы на основе фосфатов кальция. Гранулы»

Семинарское занятие №6 «Материалы на основе фосфатов кальция. Керамика»

Семинарское занятие №7 «Материалы на основе фосфатов кальция. Композиционные материалы»

Семинарское занятие №8 «Материалы на основе фосфатов кальция. Фосфатно-кальцевые цементы»

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 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

4.2 Дополнительная литература

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

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
Керамические биосовместимые материалы	https://online.mospolytech.ru/enrol/index.php?id=6151

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно

Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Номер аудитории	Оборудование
1313	Ноутбук, проектор, экран

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

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

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

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 самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (экзамен).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. 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	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Магистрант демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Магистрант

	демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Магистрант демонстрирует неполное соответствие 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.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Доклад с презентацией (темы докладов в приложении 2)	Выступление с презентацией по теме доклада

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация - (экзамен) проводится по билетам в устной форме. Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 10 мин.

Билет состоит из трех теоретических вопросов.

Перечень вопросов к зачету приведен в приложении 2 к рабочей программе.

Приложение 1

Тематический план дисциплины «Керамические материалы» по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» (магистр)

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	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Второй семестр														
1	**Введение. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.** Актуальные исследования в области современных материалов биомедицинского назначения. Современное состояние и перспективы. Перспективы применения керамик в качестве биосовместимых материалов. Основные термины и определения. Ограничения применения биоактивного керамического материала. Инженерия костной ткани. Требования, предъявляемые к материалам. Кальций-фосфатная керамика. Риски инженерии костной ткани.	**1**	1-2	2	6		11									

2	**Биологическая костная ткань: состав, строение, свойства** Типы костей человека. Кортикальная кость. Трабекулярная кость. Состав костной ткани. Структура костной ткани. Состав других тканей организма. Свойства костной ткани.	1	3-4	2	6		15								
3	**Ортофосфаты кальция** Общие сведения об ортофосфатах. Ортофосфаты кальция и соответствующие им минералы. Низкотемпературные фосфаты кальция. Октокальциевый фосфат. Аморфный фосфат кальция. Дикальцийфосфат дигидрат. Осажденный гидроксиапатит. Высокотемпературные фосфаты кальция. Монокальциевый фосфат. Тетракальцийфосфат. Структура ортофосфатов кальция: (гидроксиапатита, ОКФ, тетракальцийфосфата, ДКФД).	**1**	5-6	2	6		15								
4	**Изоморфные замещения в гидроксипатитах** Изменения параметров решетки при изоморфных замещениях. Влияние фтора на характеристики гидроксильных групп. Энергетические аспекты взаимодействия ионов фтора, хлора и гидроксил-ионов. Модель	1	7-8	2	6		15								

	процесса. Анионное замещение. Катионные замещения.														
5	**Материалы на основе фосфатов кальция. Гранулы** Классификация процессов гранулирования. Технология гранулирования. Технология изготовления пористых сферических частиц-гранул на основе ГА, ФГА, КГА, ТКФ И ТКФ-ГА. Деструкция материалов внеклеточными жидкостями. Применение керамических гранул в медицинской практике. Реконструктивно-восстановительная хирургия. Применение гранул в системе доставки лекарственных препаратов.	**1**	9-10	2	6		15								
6	**Материалы на основе фосфатов кальция. Керамика** Виды биокерамики, способы получения плотной и пористой керамики. Состав, строение и свойства. Плотная керамика. Структура. Технология. Свойства. Влияние состава и среды на механические свойства керамики. Применение. Пористая керамика. Технология. Структура. Применение.	1	11-12	2	6		15								

7	**Материалы на основе фосфатов кальция. Композиционные материалы** Керамика, армированная дисперсными частицами, дискретными и непрерывными волокнами. Биосовместимые полимеры, наполненные дисперсными частицами керамики. Получение композитов на основе ГА. Структура композитов на основе ГА. Свойства композитов на основе ГА. Проблемы и перспективы.	**1**	13-15	2	6		15								
8	**Материалы на основе фосфатов кальция. Фосфатно-кальцевые цементы** Виды кальций-фосфатных цементов, особенности применения в медицинской практике. Общие сведения. Фазообразование в фосфатно-кальциевых цементах. Возможность увеличения механических свойств. Пористость. Проблемы и достижения.	1	16-18	2	6		15								
	Всего часов по дисциплине во втором семестре			16	48		120							**Э**	

Приложение 2

ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Керамические материалы»

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Технология биосовместимых материалов

Темы докладов

1. Состав, строение и свойства биологической костной ткани
2. Классификация материалов, применяемых в медицине
3. Основные требования, предъявляемые к материалам биомедицинского назначения
4. Общие сведения о полимерах, используемых для медицинского применения
5. Ортофосфаты кальция: структура, синтез, изоморфные замещения
6. Термическая стабильность и особенности спекания кальцийфосфатной керамики
7. Композиционные материалы: получение, свойства, особенности использования
8. Виды кальций-фосфатных цементов, особенности их применения
9. Получение и свойства цементных порошков, состав цементных жидкостей
10. Физические и физико-химические методы исследования состава и структуры материалов биомедицинского назначения.
11. Способы формирования покрытий на металлических имплантатах, состав и свойства покрытий.
12. Взаимодействие имплантатов с окружающими тканями

Вопросы к экзамену

1. Классификация материалов, применяемых в медицине.
1. Материалы для создания биосовместимых имплантантов.
2. Проблемы выбора материалов для биосовместимых имплантантов.
3. Виды биокерамики.
4. Способы получения плотной и пористой керамики.
5. Виды костной ткани.
6. Химические соединения, составляющие неорганическую часть костной ткани, их свойства.
7. Состав, строение и свойства биологической костной ткани.
8. Основные требования, предъявляемые к материалам биомедицинского назначения.
9. Ортофосфаты кальция: структура, синтез, изоморфные замещения.
10. Способы синтеза фосфатов кальция.
11. Изоморфные замещения в структурах гидроксиапатита и трикальцийфосфата.
12. Взаимосвязь между химическим составом, структурой и свойствами различных замещенных фосфатов кальция.

13. Виды кальций-фосфатных цементов.
14. Особенности применения кальций-фосфатных цементов.
15. Реакционно-твердеющие системы: виды кальций-фосфатных цементов.
16. Особенности применения в медицинской практике кальций-фосфатных цементов.
17. Термическая стабильность и особенности спекания кальцийфосфатной керамики.
18. Композиционные материалы: получение, свойства, особенности использования.
19. Получение и свойства цементных порошков, состав цементных жидкостей.
20. Состав цементных порошков и цементных жидкостей.
21. Влияние различных факторов на состав и структуру затвердевших цементов.
22. Зависимость времени схватывания и прочности цементов от состава цементного порошка и цементной жидкости.
23. Физические и физико-химические методы исследования состава и структуры материалов биомедицинского назначения
24. Химический элементный анализ материалов биомедицинского назначения.
25. Электронная микроскопия материалов биомедицинского назначения.
26. Рентгенофазовый анализ материалов биомедицинского назначения.
27. ИК спектроскопия материалов биомедицинского назначения.
28. Способы формирования покрытий на металлических имплантатах, состав и свойства покрытий.
29. Взаимодействие имплантатов с окружающими тканями.
30. Покрытия, используемые для нанесения на имплантаты.