Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.05.2026 21:43:41
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Факультет Машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ /Е.В. Сафонов/
«16» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Металлические материалы

Направление подготовки/специальность
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль/специализация
Технология биосовместимых материалов

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

доцент, к.ф.-м..н., /Т. Ю. Скакова /

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 ... 3
3. Структура и содержание дисциплины ... 3
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 3
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 5
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 5
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 5
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 5
   - 4.1. Основная литература ... 5
   - 4.2. Дополнительная литература ... 6
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 10
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 10
5. Материально-техническое обеспечение ... 11
6. Методические рекомендации ... 11
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 12
7. Фонд оценочных средств ... 13
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.3. Оценочные средства ... 14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины - формирование знаний о структуре, свойствах и применении современных металлических биоматериалов:

- подготовка магистрантов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений осваивать результаты новых теоретических и экспериментальных исследований в области изучения и создания новых металлических биоматериалов.

формирование знаний о современных методах производства и обработки функциональных материалов.

Задачи дисциплины - формирование научных представлений о природе функциональных свойств металлических биоматериалов;

- ознакомление с областями применения металлических биоматериалов в медицине;

- формирование навыков проведения эффективных научных исследований в области изучения и создания новых металлических биоматериалов.

Планируемые результаты обучения - освоение научных представлений о природе функциональных свойств металлических биоматериалов, областей применения металлических биоматериалов в медицине; формирование навыков проведения эффективных научных исследований в области изучения и создания новых металлических биоматериалов.

Обучение по дисциплине «Металлические 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 Способность 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):

– Инновационные технологии обработки функциональных материалов;
- Технологические процессы производства и обработки функциональных материалов
- Электронно-микроскопические и дифракционные методы анализа материалов

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

–Инженерные методы и средства исследования в медицине;
– Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов.

3. Структура и содержание дисциплины

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

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Очная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			1
	Аудиторные занятия	**32**	**32**
	В том числе:		
1.	Лекции	16	16
2.	Семинарские/практические занятия	16	16
	Самостоятельная работа	**148**	**148**
	В том числе:		
1.	Подготовка к семинарским/практическим занятиям	74	74
2.	Самостоятельное изучение	74	74
	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

(Изучается на семинарских и лекционных занятиях).

Тема 1. Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Современные проблемы науки о материалах. Конструкционные и функциональные материалы. Биосовместимые материалы.

Требования к биосовместимым материалам. Металлические биосовместимые материалы и покрытия. Основные области применения металлических биосовместимых материалов.

Тема 2. Особенности атомного строения металлов и сплавов. Упрочнение металлических материалов и дефекты кристаллической решетки

Атомное строение металлов и сплавов. Металлическая связь. Кристаллическая решетка. Идеальные и реальные кристаллы. Дефекты кристаллической решетки. Диффузия.

Механизмы упрочнения металлов**.** Твердорастворное упрочнение. Роль примесей и легирующих элементов. Дислокационное упрочнение. Явление наклепа при холодной пластической деформации. Зернограничное упрочнение. Роль величины размера зерен. Дисперсионное упрочнение частицами фаз, выделяющихся при распаде пересыщенных твердых растворов. Роль размера частиц, оказывающих сопротивление движению дислокаций. Упрочнение за счет полиморфных и фазовых превращений.

Тема 3. Фазы и фазовые превращения в металлических сплавах. Диаграммы фазового равновесия

Виды фаз, их строение, свойства.

Методы построения диаграмм фазового равновесия. Правило фаз Гиббса.. Классификация двойных систем. Зависимость свойств сплавов от состава и типа диаграммы. Выбор сплавов определенного назначения на основе анализа диаграмм. Диаграммы состояния тройных систем. Особенности превращений в твердом состоянии

Стабильные и метастабильные фазы. Нормальные и мартенситные превращения. Механизм мартенситных превращений. Прямое и обратное мартенситные превращения. Аморфное состояние сплавов. Наноструктурные состояния. Способы получения метастабильных состояний.

Тема 4. Титан и его сплавы как биоматериалы

Основные свойства титана. Фазовые превращения в титановых сплавах. Основные виды диаграмм состояния систем титан -легирующий элемент. Классификация титановых сплавов. Промышленные титановые сплавы. Применение титановых сплавов в качестве биосовместимых материалов в медицине. Крепежные и другие ортопедические элементы для восстановления костных переломов из сплавов титана.

Тема 5. Металлические материалы в ортопедии и травматологии

Имплантаты и проблемы имплантологии. Сплавы, применяемые для эндопротезов. Крепежные изделия. Свойства металлических имплантатов. Реакция организма на имплантант. Использование металлических материалов для внешней фиксации костей и суставов.

Тема 6. Тенденции развития биоимплантологии

Различные подходы к решению проблемы лечения повреждений и заболеваний в современной травматологии. Создание условий для регенерации кости в зоне повреждения с помощью имплантата. Разработка интрамедуллярных имплантатов для замещения обширных дефектов костной ткани после травмы или радикальных резекций при ортопедических или онкологических операциях. Создание поверхностно модифицированных подложек из биостекол для выращивания тканей из стволовых клеток

Тема7. Использование металлических биоматериалов и покрытий в стоматологии

Имплантаты и пломбировочные материалы. Реакция организма на имплантат и процессы взаимодействия с ним. Упрочняющие покрытия.

Тема 8. Сплавы с эффектом памяти формы и их применение в медицине

Термоупругое мартенситное превращение. Структурные механизмы обратимой деформации. Виды эффектов памяти формы. Функциональные свойства никелида титана. Управление функциональными свойствами. Роль наноструктурирования в формировании функциональных свойств никелида титана. Использование металлических биосовместимых материалов в сердечно-сосудистой хирургии.

Тема 9. Современные методы исследования структуры металлических материалов

Металлографический анализ: возможности и ограничения различных микроскопических методов. Определение фазового состава материала методом рентгеновской дифрактометрии. Интерпретация и анализ электронно-микроскопических изображений.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские занятия

Семинарское занятие №1 Определение характеристик кристаллических решеток

Семинарское занятие №2 Изучение структуры биосовместимых металлических материалов методом растровой электронной микроскопии (Фрактографический анализ титановых сплавов)

Семинарское занятие №3 Изучение сложных диаграмм фазового равновесия в металлических системах. Анализ диаграммы фазового равновесия никель-титан (Ni-Ti)

Семинарское занятие №4 Изучение электронно-микроскопического контраста на дефектах кристаллического строения в биосовместимых металлических материалах

Семинарское занятие №5 Изучение строения мартенсита в металлах и сплавах

Семинарское занятие №6 Изучение наноструктурного состояния никелида титана.

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. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений.-3-е изд., перераб. и доп.-М.:Машиностроение, 1990.-528 с: ил.

2. Физическое материаловедение: Учебник для вузов/ под общей редакцией Б.А.Калина. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012, том 1 Физика твердого тела – 764 с.
3. Металловедение, термообработка и рентгенография: Учебник для вузов.Новиков И.И.,Строганов Г.Б., Новиков А.И.- М.: МИСиС,1994,-480 с.
4. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н.: Учеб.пособие для вузов. – 4-е изд. Доп. и перераб. – М.: МИСиС, 2002. – 360 с.
5. КаллистерУ., Ретвич Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры)/Пер. с англ. Под ред. Малкина А.Я. – СПб. Научные основы и технологии. 2011. – 896с
6. Коллинз Е.В. Физическое металловедение титановых сплавов. Пер. с англ. М.: Металлургия, 1988, 224 с.
7. Ульянина И.Ю., Скакова Т.Ю. Атомно-кристаллическое строение материалов: Учебное пособие.-М.:МГИУ, 2004. - 56 с.

4.2 Дополнительная литература

1.Середа А.П. Эндопротезирование тазобедренного сустава: ответы на все вопросы// М, Изд-во «ГРАНАТ», 2014– 121с.

2.Фарбер Б. С., Витензон А. С., Морейнис И. Ш. Теоретические основы построения протезов нижних конечностей и коррекции движения. //-- М.: ЦНИИПП, 1994. – 645с.
3.Кужекин А. П. Конструкции протезно-ортопедических изделий. //-- М.: Изд-во «Легкая и пищевая промышленность», 2015. – 240с.
4.Карлов А.В., Шахов В.П. Системы внешней фиксации и регуляторные механизмы оптимальной биомеханики. // М.: Изд-во ССТ, 2001 – 477 с.
5.Гольдберг Е.Д., Дыгай А.М., Шахов В.П. Методы культуры ткани в гематологии. Томск : изд-во Томского ун-та, 1992. 264 с.
6.Попков А.В., Попков Д.А. Биоактивные имплантаты в травматологии и ортопедии. Иркутск : НЦРВХ СО РАМН, 2012. 438 с.
7.Шевцов В.И., Попков А.В. Оперативное удлинение нижних конечностей. М.: Медицина, 1998. 192 с.
8.Пушин В.Г., Прокошкин С.Д., Валиев Р.З. и др. Сплавы никелида титана с памятью формы. Ч. I. Структура, фазовые превращения и свойства. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 440 с.
9.Лихачев В.А., Кузьмин С.Л., Каменцева З.П. Эффект памяти формы. Ленинград: ЛГУ, 1987. 216 с.
10.Корнилов И.И., Белоусов О.К., Качур Е.В. Никелид титана и другие сплавы с эффектом “памяти”. М.: Наука, 1977. 179 с.
11. Усольцев И.В., Леонова С.Н., Никифоров С.Б., Пушкарев Б.Г. Использование металлов в травматологии и ортопедии. Сибирский медицинский журнал. – 2013 - №4 – С.18-21.

12.Трофимов В.В., Федчишин О.В., Клименов В.А. Титан, его сплавы и их применение в стоматологии. Сибирский медицинский журнал. – 2009. - №7. - С.10-12

13.Парунов В.А. Стратегия развития отечественного стоматологического материаловеденияв области сплавов благородных металлов. Российский стоматологический журнал. – 2016 – 20(2) –С.60-62.

14.Бекренев Н.В. и др. Применение имплантов в стоматологии // Новое в стоматологии. – 1995 - №2 – С.19-22.

15.Лясников В.Н., Верещагина Л.А., Лепилин А.В. и др. Внутрикостые стоматологические импланты. – Саратов: Изд-во СГУ, 1997.

16.Лясников В.Н., Корчагин А.В. Принципы создания дентальных имплантов//Новое в стоматологии. – 1999 -- №2 – С.50-54.

17.Тибилова Ф.Т., Хетагуров С.К., Калагова Ф.В. Изучение количественных и качественных показателейкобальтохромовых и никельхромовыхсплавов при нарушении технологии литья (из практики стоматолога-ортопеда).Thejournalofscientificarticles «Health&educationmillennium», 2013, tom 15, №1-4, p.236.

18.Мушеев И.У. Применение сплавов титана в клинике ортопедической стоматологии и имплантологии (экспериментально-клиническое исследование). Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства. Дисс. доктора мед. н., М., 2008.

19.Агаджанян В.В., Твердохлебов С.И., Больбасов С.Н. и др. Остеоиндуктивные покрытия на основе фосфатов кальция и перспективы их применения при лечении политравм. // Политравма. 2011. № 3. С. 5-13.

20.Остеоиндуктивные покрытия на основе фосфатов кальция и перспективы их применения при лечении политравм / В.В Агаджанян, С.И. Твердохлебов, Е.Н. Больбасов, В.П. Игнатов, Е.В. Шестериков // Политравма. 2011. № 3. С. 5-13.

21.Аронов А.М., Больбасов Е.Н., Гузеев В.В. Биокомпозиты на основе сополимера тетрафторэтилена с винилиденфторидом, наполненного гидрок-сиапатитом, и возможность их применения в качестве покрытия для интрамедуллярных имплантатов // Мед. технол. 2010. № 3. С. 5-13.

22.Аронов А.М., Пичугин В.Ф., Твердохлебов С.И. Методические основы разработки и организации производства медицинских изделий. Томск : Ветер, 2007. 334 с.

23.Баринов С.М. Керамические и композиционные материалы на основе фосфатов кальция для медицины // Успехи химии. 2010. Т. 79, № 1. С. 15-32.

24.Л.Н.Лысенок. Биоматериаловедение: вклад в прогресс современных медицинских технологий.http://cyberleninka.ru>article>bi

25.Миронов С.П., Гинцбург А.Л., Еськин Н.А. Остеоиндуктивные имплантаты на основе биокомпозитных матриксов и рекомбинантных костных морфогенетических белков (RHBMP). Состояние вопроса, перспектива применения в травматологии и ортопедии // Сборник тезисов IX съезда травматологов-ортопедов : в 3-х т. Саратов, 2010. Т. III. С. 1122-1123.

26. Фриденштейн А.Я. Стромальные клетки костного мозга и кроветворное микроокружение// Архив патологии. 1982. Т. 44, № 10. С. 3-11.

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
Металлические биосовместимые материалы	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=2060

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 (зачет).

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

7.4 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Коллоквиум	Отметка в журнале преподавателем о присутствии и активном участии обучающегося на обсуждении темы коллоквиума. Вопросы для коллоквиумов представлены в приложении 2 к рабочей программе
Реферат	Оформленный реферат с отметкой преподавателя «зачтено», подготовленная презентация по теме реферата, отметка преподавателем в журнале о выступлении обучающегося на занятии. Темы рефератов представлены в приложении 2 к рабочей программе

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 двух теоретических вопросов.

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

Приложение 1

Тематический план дисциплины «Металлические материалы» по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

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
	Первый семестр														
1.1	**Введение. Современные проблемы науки о материалах и биосовместимые материалы**	1	**1**	2			12								
	Семинарское занятие Определение характеристик кристаллических решеток	1	2		2		12								
1.2	**Атомно-кристаллическое строение металлических биосовместимых материалов. Упрочнение металлических материалов и дефекты кристаллической решетки**	1	**3**	4			14					+			
	Семинарское занятие Изучение структуры биосовместимых металлических материалов методом растровой электронной	1	4		4		12								

	микроскопии (Фрактографический анализ титановых сплавов														
1.3	**Фазы и фазовые превращения в металлических сплавах. Диаграммы фазового равновесия**	1	**5**	4			14					+			
	Семинарское занятие Изучение сложных диаграмм фазового равновесия в металлических системах. Анализ диаграммы фазового равновесия никель-титан (Ni-Ti)	1	6		4		12								
1.4	**Использование металлических биоматериалов в стоматологии**	1	**7**	2			12					+			
	Семинарское занятие . Изучение электронно-микроскопического контраста на дефектах кристаллического строения в биосовместимых металлических материалах	1	8		2		12								
1.5	**Металлические материалы в ортопедии и травматологии. Тенденции развития биоимплантологии**	1	**9**	2			12					+			

	Семинарское занятие . Изучение строения мартенсита в металлах и сплавах	1	10		2		12								
1.6	**Сплавы с эффектом памяти формы и их применение в медицине**	1	**11**	2			12					+			
	Семинарское занятие Изучение наноструктурного состояния никелида титана	1	12		2		12								
	Всего часов по дисциплине			16	16		148					**1 реферат**		**Э**	

Приложение 2

ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Металлические материалы»

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Технология биосовместимых материалов

Темы рефератов

1.Сплавы с эффектом памяти формы и их применение.

2.Использование металлов в качестве рентгеноконтрастных средств.

3.Галлиевые сплавы для медицины.

4.Допуск новых биоматериалов и устройств к применению.

5.Использование металлических биоматериалов в сердечнососудистой хирургии

6.Использование металлических биоматериалов в стоматологии.

7. Металлические материалы в ортопедии и травматологии.

8.Преимущества и недостатки металлических крепежных и других ортопедических элементов для восстановления костных переломов.

9. Имплантаты. Реакция организма на имплантат и процессы взаимодействия с ним.

10. Функциональные свойства металлических биоматериалов.

11.Применение нитинола в рентгеноэндоваскулярной хирургии.

12.Сравнительная оценка влияния некоторых металлов на функцию активации головного мозга человека.

.

Вопросы к коллоквиуму

1.Основные свойства титана

2.Промышленные титановые сплавы.

3.Фазовые превращения в титановых сплавах.

4.Применение титановых сплавов в качестве биосовместимых материалов в медицине.

5.Классификация титановых сплавов

6.Основные виды диаграмм состояния систем титан -легирующий элемент

7.Титан и его сплавы как биосовместимые материалы

8.Механизмы упрочнения металлов

9.Твердорастворное упрочнение.

10.Роль величины размера зерен в упрочнении металлов.

11.Дислокационное упрочнение

12.Роль размера частиц, оказывающих сопротивление движению дислокаций

13Дисперсионное упрочнение частицами фаз, выделяющихся при распаде пересыщенных твердых растворов

14.Роль примесей и легирующих элементов

15.Применение металлических биосовместимых материалов в ортопедии и травмотологии.

16.Преимущества и недостатки металлических ортопедических крепежных элементов

17. Изделия из никелида титана, используемые в медицине

Вопросы к экзамену

1. Современные проблемы науки о материалах. Конструкционные и функциональные материалы.
2. Биоматериалы. Требования к биоматериалам.
3. Металлические биосовместимые материалы и покрытия. Основные области применения металлических биосовместимых материалов.
4. Атомное строение металлов и сплавов. Металлическая связь. Кристаллическая решетка
5. Кристаллографические плоскости и направления и их индексирование.
6. Механизмы упрочнения в металлических материалах
7. Идеальные и реальные кристаллы.
8. Дефекты кристаллической решетки.
9. Диффузия в металлах.
10. Фазы в металлических материалах.
11. Особенности фазовых превращений в твердом состоянии
12. Гомогенные и гетерогенные зарождения новой фазы
13. Нормальные и мартенситные превращения.
14. Механизм и особенности мартенситных превращений.
15. Прямое и обратное мартенситные превращения.
16. Термоупругое мартенситное превращение и его использование в металлических биоматериалах.
17. Структурные механизмы обратимой деформации.
18. Эффект памяти формы и его использование в металлических биосовместимых материалах.
19. Упругая и пластическая деформация. Механизмы деформации в металлах.
20. Упругость и обратимая деформация. Сверхупругость.
21. Функциональные свойства никелида титана и их использование в металлических биосовместимых материалах.
22. Управление функциональными свойствами. Роль наноструктурирования в формировании функциональных свойств никелида титана.
23. Типы связей между атомами. Условия атомного равновесия в кристаллической решётке
24. Понятие элементарной ячейки, характеристики кристаллической решётки.
25. Элементы симметрии кристаллов. Сингонии. Решетки Браве
26. Границы зёрен и субзёрен (поверхностные дефекты), виды границ, большеугловые и малоугловые границы, их строение, когерентные и некогерентные границы.

27. Одномерные линейные дефекты - дислокации. Типы дислокаций. Движение дислокаций: скольжение, переползание.
28. Понятия фаза, структурная составляющая. Фаза в металлических системах (твёрдые растворы, химические соединения, промежуточные фазы), условия их образования.
29. Диаграммы фазового равновесия двойных и тройных систем. Методы построения диаграмм, вариантность системы, правило смежных областей.
30. Диаграммы состояния с неограниченной растворимостью.
31. Диаграммы состояния с ограниченной растворимостью и отсутствием растворимости в твёрдом состоянии.
32. Диаграммы состояния с промежуточными фазами
33. Диаграммы состояния с монотектическим превращением.
34. Диаграммы состояния с полиморфным превращением
35. Количественные расчёты в двойных и тройных системах. Правило фаз, правило рычага.
36. Тройные диаграммы. Концентрационный треугольник. **(**Политермические и изотермические разрезы тройных диаграмм.
37. Сплавы на основе титана. Классификация. Применение в медицине.
38. Биосовместимость, гемосовместимость. Проблема тромбогенности
39. Хирургический инструментарий. Классификация; марки сталей и сплавов для отдельных видов инструмента
40. Медицинские изделия из никелида титана: стенты и клипсы, применяемые в медицине.

42.Использование металлических биосовместимых материалов и покрытий в стоматологии.