

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 03 » апреля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Биомедицинские материалы  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Материаловедение и технологии функциональных  
металлических, керамических, композиционных материалов  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - ознакомление студентов с биоматериалами, как формируемыми в природе в процессе жизнедеятельности различных организмов, так и искусственно синтезируемыми человеком для замены природных материалов.

Задачи дисциплины - формирование у студентов представлений:

1. о материалах, используемых в современной медицине;
2. их генезисе и методах исследования;
3. перспективных разработках в этой области;
4. возможностях использования биотехнологий в науке и технике.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

1. неорганические соединения в живых организмах;
2. материалы, применяемые в биологических объектах для замены живых тканей;
3. нанобъекты как биоматериалы;
4. состав, структура, свойства металлических, керамических и композиционных биоматериалов;
5. современные методы получения и исследования биомедицинских материалов.

### 1.3. Входные требования

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин:

1. материаловедение и технологии современных и перспективных материалов;
2. физические методы и приборы для изучения, анализа и диагностики наночастиц и наноматериалов;
3. физико-химические основы тонких пленок и гетероструктур

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	знает основные виды современных материалов, применяемых для замены живых тканей в медицинской практике.	Знает фундаментальные знания в области материаловедения; содержание естественнонаучных и математических дисциплин, составляющих теоретическую основу модулей профильной подготовки	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	умеет использовать фундаментальные знания об основах формирования структуры и свойств материалов для решения конкретных задач в биоматериаловедении.	Умеет решать профессиональные задачи в области материаловедения, используя фундаментальные знания; применять фундаментальные знания для решения задач в междисциплинарных областях профессиональной деятельности; использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.	Защита лабораторной работы
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	владеет навыками анализа технологических, экономических и экологических факторов при оптимизации производственных процессов	Владеет навыками моделирования и внедрения в производство технологических процессов создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности; организации и выполнения экспериментальных исследований на современном уровне	Зачет
ПК-3.3	ИД-1ПК-3.3	Знает технологии производства биомедицинских материалов	Знает технологии производства функциональных металлических, керамических, композиционных порошковых материалов	Зачет
ПК-3.3	ИД-2ПК-3.3	Умеет, основываясь на полученных знаниях, выбрать наиболее подходящие методы для исследования наноструктурированных биомедицинских материалов	Умеет выбирать материалы и технологические процессы исследований наноструктурированных порошковых и композиционных материалов с заданными свойствами	Защита лабораторной работы
ПК-3.3	ИД-3ПК-3.3	Владеет навыками	Владеет навыками	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		разработки наноструктурированных биомедицинских материалов для замены твердых тканей	разработки инновационных технологических процессов производства наноструктурированных порошковых и композиционных материалов с заданными свойствами	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Общее понятие о биоматериалах.	2	2	0	2
Общие сведения о неорганических соединениях, синтезируемых в живых организмах. Материалы, полученные с помощью биологических объектов.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Биогенные, биоинертные и биоактивные материалы	2	0	0	4
Толерантность искусственных материалов к структурам живых организмов. Требования к искусственным материалам для имплантации.				
Металлы в ортопедической практике	1	0	0	12
Металлы в ортопедической практике: их достоинства и недостатки. Драгоценные металлы и сплавы в современной медицине.				
Керамика в ортопедической практике	1	0	0	8
Оксиды алюминия, титана и циркония. Мировой рынок керамических имплантатов.				
Полимерные и стеклокристаллические биоматериалы	2	4	0	18
Недостатки и преимущества стеклокристаллической керамики. Углерод-углеродные имплантаты. Полимерные материалы при замене мягких тканей.				
Применение искусственных материалов в стоматологической практике и пластической хирургии	2	2	0	4
Особенности применения металлов и сплавов, керамики и пластмасс. Вспомогательные материалы.				
Перспективные направления в создании биоматериалов	2	2	0	4
Синтез неорганических материалов с помощью биологических объектов. Применение белков и аминокислот в синтезе материалов. Нанообъекты как биоматериалы.				
Биокоррозия	2	4	0	18
Воздействие микроорганизмов на неорганические материалы. Роль микроорганизмов в геохимических процессах. Бактериальное выщелачивание металлов из руд. Применение метода выщелачивания в современном производстве.				
Фото- и биосинтез как основы промышленных технологий будущего	2	2	0	2
Идеи В.И. Вернадского о биосфере. Взгляды И. Пригожина и других ученых второй половины двадцатого века.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	16	0	72
ИТОГО по дисциплине	16	16	0	72

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Изучение стабильности поверхности стоматологических цементов под действием агрессивных сред
2	Исследование биологических материалов методом ИК-спектроскопии
3	Определение качественного состава вещества методом ИК-спектроскопии
4	Исследование биоматериалов методом спектроскопии комбинационного рассеяния света

### 5. Организационно-педагогические условия

#### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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

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

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

#### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам. При выполнении лабораторных работ студенты знакомятся с методами испытаний и исследований, учатся анализировать и сопоставлять с литературными полученные данные, делать выводы.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

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

#### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Дисперсно-наполненные полимерные композиты технического и медицинского назначения : коллективная монография / Б. А. Люкшин [и др.]. - Новосибирск: СО РАН, 2017.	1
2	Химическая технология. Керамические и стеклокерамические материалы для медицины : учебное пособие для магистратуры / В. И. Верещагин [и др.]. - Москва: Юрайт, 2016.	3
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Кучумов А. Г. Биоматериалы в стоматологии : учебное пособие / А. Г. Кучумов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	5
2	Наноструктуры в биомедицине : пер. с англ. / А. Агравал [и др.]. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012.	1
3	Хенч Л. Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей : пер. с англ. / Л. Л. Хенч, Д. Р. Джонс. - М.: Техносфера, 2007.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Российские нанотехнологии : журнал / Федеральное агентство по науке и инновациям ; Парк-медиа. - Москва: Парк-медиа, 2006 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Биомедицинское материаловедение. Часть 1. Общие свойства материалов и их совместимость с биологическими средами / С.П. Вихров [и др.].— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 194 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/79749.html">http://www.iprbookshop.ru/79749.html</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Взаимодействие полей и излучений с биологическими объектами / Вихров С.П., Холомина Т.А., Гривенная Н.В.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 157 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/79753.html">http://www.iprbookshop.ru/79753.html</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Наноструктуры в биомедицине : пер. с англ. / А. Агравал [и др.]. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks161964">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks161964</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Хенч Л. Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей : пер. с англ. / Л. Л. Хенч, Д. Р. Джонс. - М.: Техносфера, 2007.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks120842">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks120842</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Дисперсно-наполненные полимерные композиты технического и медицинского назначения : коллективная монография / Б. А. Люкшин [и др.]. - Новосибирск: СО РАН, 2017.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks224446">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks224446</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Химическая технология. Керамические и стеклокерамические материалы для медицины : учебное пособие для магистратуры / В. И. Верещагин [и др.]. - Москва: Юрайт, 2016.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks179369">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks179369</a>	локальная сеть; свободный доступ

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

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

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных компании Springer Customer Service Center GmbH	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	ИК-спектрометр	1
Лабораторная работа	Компьютеры	10
Лабораторная работа	КР-спектрометр	1
Лабораторная работа	Оптический микроскоп	1
Лекция	Мультимедиапроектор, ноутбук	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Биомедицинские материалы»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов	
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Материаловедение и технологии функциональных наноматериалов с применением высокоэнергетических методов воздействия	
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр	
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Механика композиционных материалов и конструкций	
<b>Форма обучения:</b>	Очная	
<b>Курс:</b> 2	<b>Семестр:</b> 3	
<b>Трудоёмкость:</b>		
Кредитов по рабочему учебному плану:	3	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108	ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Зачёт:	3 сем	

Пермь 2023

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

### **Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены практические занятия и самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

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

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ЛР	РК	Зачет
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>З.1</b> знает основные виды современных материалов, применяемых для замены живых тканей в медицинской практике.	ОПЗ	ОЛР	РКР1 РКР2	С
<b>З.2</b> знает о биоактивных и биоинертных материалах, их химическом составе и свойствах, достоинствах и недостатках этих материалов при использовании в технике и в живых организмах.	ОПЗ	ОЛР	РКР2 РКР3	С
<b>Освоенные умения</b>				
<b>У.1</b> умеет использовать фундаментальные знания об основах формирования структуры и свойств материалов для решения конкретных задач в биоматериаловедении.	ОПЗ	ОЛР	РКР3	ПЗ ЗРф
<b>У.2</b> умеет основываясь на полученных знаниях, выбрать наиболее подходящий материал для работы в тех или иных условиях.	ОПЗ	ОЛР		
<b>Приобретенные владения</b>				
<b>В.1</b> владеет навыками анализа технологических, экономических и экологических факторов при оптимизации производственных процессов	ОПЗ	ОЛР		ОПЗ ОЛР КО
<b>В.2</b> владеет навыками работы с отечественной и иностранной научно-технической литературой; установления требований к эксплуатационным свойствам изделий.	ОПЗ		РКР3	

С – собеседование по теме; РКР – рубежная контрольная работа; ОЛР – отчет по

лабораторной работе; ОПЗ – отчет по практическому занятию; ЗРф – защита реферата; ПЗ – практическое задание, КО – комплексная оценка учитывающая выполнение всех контрольных мероприятий в семестре.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

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

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

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

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

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

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

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

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

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

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится согласно

графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты практических работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 4 лабораторные работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы.

Результаты защиты лабораторных работ по 4-балльной шкале оценивания знаний и умений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (РКР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая РКР по модулю 1 «Общие сведения о биоматериалах». Вторая РКР – по модулю 2 «Искусственные материалы для замены твердых тканей». Третья РКР по модулю 3 «Синтез неорганических материалов с помощью биологических объектов, биокоррозия»

#### **Типовые вопросы первой РКР:**

1. Биогенные и абиогенные материалы. Примеры материалов, полученных с помощью биологических объектов.
2. Основные требования к искусственным материалам для имплантации.
3. Основные виды современных материалов, применяемых для замены живых тканей в медицинской практике

#### **Типовые вопросы и задания второй РКР:**

1. Металлы и сплавы в ортопедической практике: их достоинства и недостатки.
2. Драгоценные металлы и сплавы в современной медицине.
3. Стеклокристаллические биоматериалы.

#### **Типовые вопросы и задания третьей РКР:**

1. Нанообъекты как биоматериалы.
2. Роль микроорганизмов в геохимических процессах.
3. Охарактеризуйте технологический потенциал фотосинтеза.

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

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу.**

В качестве одного из видов самостоятельной работы студентам предлагается краткий (объемом 3-5 страниц) реферат на общую тему «Синтез, свойства и применение биоматериалов». В рамках заявленной общей темы предлагается индивидуальная тема:

1. Биоматериалы на основе оксида циркония: их свойства и применение.
2. Методы получения нанодисперсного гидроксипатита.
3. Применение полиуретанов и композиционных материалов на их основе в современной медицине.
4. Защитные биоинертные покрытия.

5. Получение металлов методом бактериального выщелачивания из руд.
6. Отличительные особенности биологически активных стекол и ситаллов.
7. Сплавы циркония как биоматериалы.
8. Применение пористых керамических материалов в медицине.
9. Биокоррозия в нефтяной и газовой промышленности.

Темы рефератов студенты получают на первых занятиях. К началу прохождения второго модуля рефераты должны быть подготовлены и их материал использован авторами рефератов при ответе на практических занятиях. Материал должен быть представлен в форме презентации.

Типовые шкала и критерии оценивания результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС программы.

#### **2.4 Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

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

##### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине и основывается на комплексной оценке (КО).

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС программы.

##### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

###### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Общие сведения о неорганических соединениях, синтезируемых в живых организмах. Биогенные минералы.
2. Основные требования к материалам для замены твердых тканей.
3. Возможности применения биогенных материалов в технике.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Охарактеризуйте строение кости человека как пример природного композиционного материала.
2. Предложите 2-3 варианта материалов для использования в качестве замены твердых тканей в стоматологической практике. Объясните Ваш выбор.
3. Перспективные направления в создании биоматериалов.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Предложите варианты использования биосинтеза в технологиях будущего.
2. Почему фотосинтез считается перспективной технологией? Приведите технологические, экономические и экологические факторы.
3. Роль биокоррозии в современной технике на Земле и в космическом пространстве.

#### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

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

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

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

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

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

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

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