

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Евгеньевич

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 04.10.2023 10:38:54

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения



/Е.В. Сафонов /

“13” сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов»

Направление подготовки

22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль: «Технология биосовместимых материалов».

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очно-заочная

Москва 2022 г.


Программа дисциплины «Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки «Технология биосовместимых материалов»

Программу составили:

ст. преподаватель  /Слезко М.Ю./

Программа дисциплины «Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов» по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждена на заседании кафедры «Материаловедение».

« 30 » августа 20 22 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой «Материаловедение»
проф., д.т.н.  /В.В.Овчинников /

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Технология биосовместимых материалов»

 /Ю.С. Тер-Ваганянц/

« 30 » августа 20 22 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Машиностроения

Председатель комиссии  /А.Н. Васильев/

« 13 » 09 20 22 г. Протокол: № 14-22

Присвоен регистрационный номер:	22.04.01.02/01.2022. 14
---------------------------------	-------------------------

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов» следует отнести:

- изучение методик комплексных исследований и испытаний функциональных свойств материалов и изделий;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений по созданию биосовместимых материалов и изделий с заданными функциональными свойствами.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Методы исследования функциональных свойств изделий из биосовместимых материалов» относятся:

- рассмотрение механизма взаимодействия материалов с живыми организмами;
- изучение современных разработок в области биосовместимых материалов, методов модификации материалов и переработки в изделия биомедицинского назначения;
- ознакомление с основными функциональными свойствами изделий и методами исследования свойств;
- получение практических навыков определения функциональных свойств биосовместимых материалов. - рассмотрение механизма взаимодействия материалов с живыми организмами;
- ознакомление с основными методами исследования функциональных свойств биосовместимых материалов;
- освоение методологии оценки свойств, анализа и выбора биосовместимых материалов для оптимальной работы в организме человека.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.

Дисциплина «Методы исследования функциональных свойств изделий из биосовместимых материалов» относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока (Б1) основной образовательной программы магистрата. Взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части базового цикла (Б1):

- Научные критерии выбора и методы исследования материалов;

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

- Металлические биосовместимые материалы;
- Керамические биосовместимые материалы;

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
УК-3	Способностью организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные методы исследований, анализа, диагностики и моделирования функциональных свойств изделий из биосовместимых материалов; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • организовывать, выполнять экспериментальные исследования на современном уровне и анализировать их результаты; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • экспериментальными методиками и техникой исследований материалов и изделий, оценки и представления результатов.
ПК-2	Способностью разрабатывать планы и рекомендации проведения исследований, сбор и анализ научно-технической информации по теме исследований	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нормативную базу, методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять актуальную нормативную документацию; • анализировать новую научную проблематику; • применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками анализа возможных областей применения и организации внедрения результатов научно-исследовательских работ

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часов (из них 120 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов» изучаются на первом курсе.

Второй семестр: лекции – 1 час в неделю (12 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (12 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Технологические процессы производства и обработки функциональных материалов» по срокам и видам работы отражены в Приложении 3.

Содержание разделов дисциплины.

Введение

Понятие о биомедицинском материаловедении. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке магистра, связь с другими дисциплинами. Понятие биосовместимости. Классификация биосовместимых материалов по строению и биоактивности. Краткая история использования биосовместимых материалов.

Функциональные свойства изделий из материалов биомедицинского назначения

Требования, предъявляемые к материалам биомедицинского назначения: физические, химические, механические, биологические свойства. Дополнительные требования к гемосовместимым материалам.

Физические свойства.

Плотность. Виды плотности материалов. Методы определения плотности изделий из непористых материалов. Методы исследования плотности материалов, обладающих пористостью. Пористость и средний размер пор материалов. Зависимость плотности изделий от пористости, пустотности и влажности материала. Влияние пористости на свойства поверхности и диффузионные свойства изделий.

Свойства поверхности: поверхностное натяжение, свободная поверхностная энергия, энергия межфазовой поверхности, прочность адгезионного шва между фазами. Методы определения свойств поверхности. Влияние свойств поверхности на адгезию и пролиферацию (рост) клеток ткани. Основные требования, предъявляемые к свойствам поверхности матриксов (гибких пленок и пористых мембран). Направления модификации поверхности матриксов.

Диффузионные свойства изделий. Водопроницаемость, водопоглощение и гигроскопичность биосовместимых материалов. Методы определения указанных характеристик для различных видов материалов. Методы исследований

проницаемости изделий из полимерных материалов по кислороду, азоту, углекислому газу. Понятие диализной проницаемости искусственных мембран и методы ее определения. Основной принцип работы аппаратов «искусственная почка», «искусственная печень», «искусственная поджелудочная железа». Функциональные свойства селективных мембран. Зависимость степени задержки от молекулярной массы вещества. Влияние морфологии мембран на проницаемость.

Тепловые свойства. Влияние теплостойкости на технологию формирования изделий сложной формы и возможность стерилизации изделий. Методы определения теплостойкости. Связь термостойкости с температурным коэффициентом линейного расширения материалов.

Оптические свойства изделий. Светопрозрачность, отражение, рассеивание, поглощение и преломление света. Методы исследования оптических свойств изделий. Влияние длины волны света на оптические свойства. Устойчивость материалов к ультрафиолетовому излучению.

Химические свойства

Методы определения устойчивости изделий из неметаллических биосовместимых материалов к действию воды, щелочей, разбавленных кислот, спирта, масел, жидких растворителей (углеводородов, бензина), изотоническому раствору хлорида натрия.

Изучение химической стойкости изделий из металлических биосовместимых материалов. Взаимодействие с простыми и сложными неорганическими и органическими веществами. Химическая и электрохимическая коррозия. Виды коррозии (сплошная, пятнами, питтинговая, межкристаллитная, расслаивающая, коррозионное растрескивание, коррозионная усталость). Показатели коррозии и коррозионной стойкости (химического сопротивления): количественные, полуколичественные, качественные. Основные количественные показатели коррозии- интегральный и дифференциальный, показатели коррозионной стойкости. Методы определения показателей по ГОСТ 9.908-85. Металлографический метод оценки коррозионных поражений.

Механические свойства

Классификация видов испытаний. Влияние условий проведения испытаний на определение механических свойств. Механические свойства при *статических испытаниях*. Диаграммы деформации для металлических и неметаллических биосовместимых материалов. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение. Термомеханические кривые полимерных биоматериалов. Виды образцов для испытаний, испытательные машины статического действия.

Твердость. Твердость материалов, классификация методов определения твердости. Измерение твердости по методу упругого отскока бойка (твердость по Шору). Измерение твердости в области пластической деформации (твердость по Виккерсу, твердость по Роквеллу). Измерение микротвердости. Измерение твердости в области разрушения (твердость по Бринеллю). Измерение твердости царапанием. Особенности определения твердости различными методами, приборы для определения твердости материалов.

Механические свойства *при динамических испытаниях.* Особенности пластической деформации и разрушения при динамическом нагружении. Динамические испытания на изгиб, растяжение, сжатие, кручение. Определение ударной вязкости. Образцы для проведения динамических испытаний. Испытательные машины динамического действия.

Циклические испытания материалов. Усталость и выносливость материалов. Механизмы усталостного разрушения. Структурные изменения при циклических испытаниях материалов. Определение предела выносливости. Влияние различных факторов на характеристики выносливости. Испытания на усталость, схемы нагружения, образцы. Машины для испытания на усталость.

Биологические свойства

Основные принципы оценки биологического действия материалов. Критерии контроля материалов с точки зрения их биологической безопасности по международному стандарту ИСО 10993 (Standards for Biological Evaluation, 1993). Программа испытаний по стандарту ИСО 10993: стадии и содержание. Учет длительности (ограниченное воздействие, длительное воздействие, постоянный контакт) и характера контакта с живым организмом (контактирующие с поверхностями покровных тканей, с тканью/костью, внутренней средой глаза, кровью; не контактирующие непосредственно с организмом).

Токсикологические исследования биоматериалов. Биологические тесты *in vitro* и *in vivo*: раздражающий эффект; цитотоксичность; общетоксическое действие, острая токсичность (определение летальной дозы материала или вытяжки, выявление возможного токсического эффекта материала при однократном или многократном воздействии); гемолитическое действие. Методы исследования генотоксичности, канцерогенности и токсического действия на репродуктивную функцию. Испытания на склонность к кальцификации.

Технологические свойства

Анализ методов переработки материала в изделия биомедицинского назначения. Ключевые свойства материалов, определяющие процесс их переработки в изделия. Возможность и необходимость применения специальных

технологических добавок, их природа, влияние на функциональные свойства. Классификация методов стерилизации изделий из биосовместимых материалов, влияние общепринятых методов стерилизации на функциональные свойства изделий.

Тканевая инженерия. Технология конструирования вне организма живых компонентов для восстановления утраченных функций отдельных тканей или органов в целом. Этапы технологии. Критерии выбора биоматериалов для клеточных матриц. Функциональные свойства биологически совместимых матриц. Методы формирования матриц из биodeградируемых полимеров, включая методы нанотехнологии, микроинкапсулирования и электростатического формования. Методы исследования и контроля функциональных свойств на каждом этапе клеточной технологии.

Методы оценки стабильности функциональных свойств изделий

Биодеструкция изделий из биосовместимых материалов, механизмы биодеструкции. Гидролитическая деструкция. Окислительная деструкция и катализ ионами металлов. Клеточная деструкция. Основные принципы идентификации и количественного определения потенциальных продуктов деградации. Моделирование и методы исследования токсикокинетики продуктов деградации и вымывания. Установление пороговых значений для вымываемых веществ. Критерии и методы оценки стабильности функциональных свойств изделий при биодеструкции.

Изнашивание материалов. Основные виды изнашивания и причины их появления. Факторы, вызывающие износ. Испытания на износ, методы определения износостойкости металлических и неметаллических материалов.

Химическая и электрохимическая *коррозия металлических материалов* под воздействием агрессивных биологических жидкостей. Методы определения токсичных продуктов коррозии.

Старение неметаллических органических материалов. Причины старения, факторы, стимулирующие старение полимерных материалов. Виды старения, механизм процесса, влияние температуры на механизм. Способы борьбы со старением (активная защита, пассивная защита, комбинированная). Термостабилизаторы и антиоксиданты. Методы исследования старения полимерных материалов. Виды испытаний на старение.

Биорезорбируемость изделий из биосовместимых материалов. Факторы, влияющие на скорость биodeградации. Критерии оценки биорезорбируемости. Методы исследования изменения функциональных свойств изделий из биodeградируемых материалов.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов практических работ;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- использование деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций;
- проведение контрольной работы.

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

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете".

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

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

6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля.

6.1.1. Формы проведения контроля.

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: устный опрос, защита практических работ, выполнение контрольной работы.

6.1.2. Содержание текущего контроля.

Содержание форм текущего контроля и порядок их применения изложены в приложении к рабочей программе «Фонд оценочных средств» (приложение 1)".

6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов.

Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе «Фонд оценочных средств» (приложение 1)".

6.2. Промежуточная аттестация. Организация и порядок проведения.

6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации

Форма, предусмотренная учебным планом – экзамен.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Ответы студента на вопросы карт текущего контроля (тестовые задания)	Оформленные студентом тестовые задания с отметкой преподавателя «зачтено», отметка преподавателем в журнале о прохождении тестового задания на занятии.
Реферат (темы рефератов в приложении 1)	Оформленный реферат с отметкой преподавателя «зачтено», подготовленная презентация по теме реферата, отметка преподавателем в журнале о выступлении обучающегося на занятии.
Защита практических работ	Оформленная практическая работа с отметкой преподавателя «зачтено»
Выполнение контрольной работы	Оформленная контрольная работа с отметкой преподавателя «зачтено», отметка преподавателем в журнале о прохождении контрольной работы на занятии.
Ролевая игра	Отметка в журнале преподавателем о присутствии и активном участии обучающегося в ролевой игре.

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

6.2.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, 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. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент 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. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

6.2.3. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации

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.

Содержание зачетного задания: билет состоит из четырех теоретических вопросов. Перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине и из которых формируются экзаменационные билеты изложены в приложении к рабочей программе «Фонд оценочных средств» (приложение 1)».

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

ОП (профиль): «Технология биосовместимых материалов»

Форма обучения: очно-заочная

Кафедра: «Материаловедение»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

А. Ролевые игры

Б. Вопросы к экзамену

В. Контрольная работа

Г. Тесты

Составители:

ст. преподаватель Слезко М.Ю.

Москва, 2022 год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ БИОСОВМЕСТИМЫХ МАТЕРИАЛОВ					
ФГОС ВО 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКСА	ФОРМУЛИРОВКА				
УК-3	способность организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> современные методы исследований, анализа, диагностики и моделирования функциональных свойств изделий из биосовместимых материалов; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> организовывать, выполнять экспериментальные исследования на современном уровне и анализировать их результаты; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> экспериментальными методиками и техникой исследований материалов и изделий, оценки и представления результатов. 	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДИ, К/Р, Т, Э	<p>Базовый уровень</p> <p>- способен организовывать, выполнять экспериментальные исследования на современном уровне и анализировать их результаты</p> <p>Повышенный уровень</p> <p>- способен анализировать полученные результаты исследований и делать выводы</p>

ПК-2	<p>способность разрабатывать планы и рекомендации проведения исследований, сбор и анализ научно-технической информации по теме исследований</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> нормативную базу, методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> применять актуальную нормативную документацию; анализировать новую научную проблематику; применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками анализа возможных областей применения и организации внедрения результатов научно-исследовательских работ 	<p>лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия</p>	<p>ДИ, К/Р Т Э</p>	<p>Базовый уровень - способен выбирать материалы и технологию их производства для получения структуры и свойств, обеспечивающих максимально высокую биосовместимость, технологичность, экономичность и экологичность производства, надежность и долговечность изделий биомедицинского назначения</p> <p>Повышенный уровень - способен выбирать материалы и технологию их производства для получения структуры и свойств, обеспечивающих максимально высокую биосовместимость, технологичность, экономичность и экологичность производства, надежность и долговечность изделий биомедицинского назначения с учетом особенностей работы готового изделия.</p>
------	--	---	--	--------------------	---

**Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Перечень оценочных средств по дисциплине «Технологические процессы производства и обработки функциональных материалов»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Деловая и/или ролевая игра (ДИ)	Совместная деятельность группы обучающихся и педагогического работника под управлением педагогического работника с целью решения учебных и профессионально - ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные	Тема (проблема), концепция, роли и ожидаемый результат по каждой игре
2	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
4	Устный опрос (Э – экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Перечень вопросов к экзамену

Направление подготовки:
22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ
ОП (профиль): «Технология биосовместимых материалов»
Кафедра «Материаловедение»

Деловая (ролевая) игра №1 (УК-3, ПК-2)

по дисциплине «Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов»
(наименование дисциплины)

1. Тема (проблема) Определение цитотоксичности биосовместимого материала по клеточному тест-объекту

2. Концепция игры: студентам предоставляются результаты определения подвижности клеток, полученные каждые 10–20 минут после смешения физиологического раствора, гранул с клетками и водных экстрактов биоматериалов. Наблюдение были проведены в течение 2 ч. Относительную выживаемость клеток вычисляют в %. За 100 % принимают время выживания клеток в контроле. Порог токсичности составляет 80 %.

3. Роли:

- заведующий лабораторией биомедицинского материаловедения;
- инженеры-исследователи;

4. Ожидаемый (е) результат (ы): делается заключение о токсичности биосовместимого материала

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент без ошибок оценивает токсичность материала

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не владеет методикой определения токсичности материала

Направление подготовки:
22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ
ОП (профиль): «Технология биосовместимых материалов»
Кафедра «Материаловедение»

Контрольная работа №1 (УК-3, ПК-2)

по дисциплине «Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов»
(наименование дисциплины)

Пример задания

ЗАДАНИЕ № 1 (УК-3, ПК-2)

1. Почему гидрофильность является одним из показателей биосовместимости материалов?
2. Даны следующие свойства полимерных материалов (см.карточку): температура плавления, температура деградации, степень кристалличности, молекулярная масса. Оценить, какой тип полимеров из рассмотренных наиболее пригоден для применения в медицине.
3. Почему пористые матриксы предпочтительнее для культивирования клеток? Каков размер пор, оптимальный для размножения клеток разных типов (фибробластов, остеобластов)? Какими приемами можно обеспечить пористость полимерного матрикса?
4. Какие механические свойства являются самыми важными для эндопротезов в ортопедии?
5. Какие тесты наиболее информативны при выявлении потенциальной токсичности биоматериала?
6. Почему возможность применения стандартных методов стерилизации (например, автоклавирования) важна для изделий из материалов биомедицинского назначения?

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент выполнил все предложенные задания и не допустил существенных ошибок;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент выполнил все предложенные задания, но допустил несколько существенных ошибок;
- оценка «удовлетворительно», если студент не выполнил полностью одно задание;
- оценка «неудовлетворительно» если студент не выполнил полностью два задания.

Направление подготовки:
22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ
ОП (профиль): «Технология биосовместимых материалов»
Кафедра «Материаловедение»

Тестовые задания (УК-3, ПК-2)

по дисциплине «Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов»
(наименование дисциплины)

Задание № 1

1. Основная причина, вызывающая затруднения в процессе получения изделий из расплавов:

а) высокие значения температур плавления материалов; б) относительная близость температур плавления и деградации материалов; в) низкие значения температур плавления материалов ; г) большая разница между температурами плавления и деградации материалов.

2. Для стабилизации полимеров в процессах их переработки наиболее важной характеристикой являются:

а) реологические характеристики расплавов; б) низкий модуль упругости ; в) низкие значения прочности на разрыв; г) большая плотность.

3. Наиболее простым и дешевым способом переработки материалов в изделия является:

а) неориентированное литье; б) экструзионное литье под давлением с поддувом; в) вытягивание из расплава; г) прямое холодное прессование.

Задание № 2

1. Биорезорбируемыми материалами называются:

а) не разрушаемые в биологических средах; б) разрушаемые в биологических средах; в) высококристаллические термопласты и резиноподобные эластомеры; г) получаемые в результате реакций полимеризации или поликонденсации.

2. Отличие имплантата из биоактивного от имплантата из биорезорбируемого материала в том, что:

а) в первом случае в организме образуется костная ткань, во втором – происходит замена материала костной тканью; б) в первом случае в организме образуется соединительная волокнистая ткань, во втором – образуется костная ткань; в) в первом случае в организме образуется соединительная волокнистая ткань, во втором – окружающие ткани отмирают; г) в первом случае происходит замена материала костной тканью, во втором – в организме образуется костная ткань.

3. Биоразрушаемыми полимерами являются:

а) полиизопрен, полиэтиленгликоль; б) поливиниловый спирт и винилацетат; в) полигликолевая кислота и полимолочная кислота ; г)полиэтилен и полипропилен.

Перечень вопросов к экзамену (УК-3, ПК-2)

1. Понятие о биомедицинском материаловедении. Термин «биосовместимость». Классификация биосовместимых материалов по строению и биоактивности.
2. Требования, предъявляемые к материалам биомедицинского назначения (химические, механические, биологические свойства). Дополнительные требования к гемосовместимым материалам.
3. Плотность. Виды плотности материалов. Методы определения плотности изделий из непористых материалов.
4. Методы исследования плотности материалов, обладающих пористостью.
5. Пористость и средний размер пор материалов. Зависимость плотности изделий от пористости, пустотности и влажности материала.
6. Влияние пористости на свойства поверхности и диффузионные свойства изделий.
7. Свойства поверхности: поверхностное натяжение, свободная поверхностная энергия, энергия межфазовой поверхности, прочность адгезионного шва между фазами. Методы определения свойств поверхности.
8. Влияние свойств поверхности на адгезию и пролиферацию клеток ткани. Основные требования, предъявляемые к свойствам поверхности матриксов. Направления модификации поверхности матриксов.
9. Диффузионные свойства изделий. Водопроницаемость, водопоглощение и гигроскопичность биосовместимых материалов. Методы определения указанных характеристик для различных видов материалов.
10. Методы исследований проницаемости изделий из полимерных материалов по кислороду, азоту, углекислому газу.
11. Понятие диализной проницаемости искусственных мембран и методы ее определения.
12. Основной принцип работы аппаратов «искусственная почка», «искусственная печень», «искусственная поджелудочная железа». Функциональные свойства селективных мембран.
13. Зависимость степени задержки от молекулярной массы вещества. Влияние морфологии мембран на проницаемость.
14. Тепловые свойства. Влияние теплостойкости на технологию формирования изделий сложной формы и возможность стерилизации изделий. Методы определения теплостойкости.
15. Связь термостойкости с температурным коэффициентом линейного расширения материалов.

16. Оптические свойства изделий. Светопрозрачность, отражение, рассеивание, поглощение и преломление света. Методы исследования оптических свойств изделий.
17. Влияние длины волны света на оптические свойства. Устойчивость материалов к ультрафиолетовому излучению.
18. Методы определения устойчивости изделий из неметаллических биосовместимых материалов к действию воды, щелочей, разбавленных кислот, спирта, масел, жидких растворителей (углеводородов, бензина), изотоническому раствору хлорида натрия.
19. Изучение химической стойкости изделий из металлических биосовместимых материалов. Взаимодействие с простыми и сложными неорганическими и органическими веществами.
20. Химическая и электрохимическая коррозия. Виды коррозии (сплошная, пятнами, питтинговая, межкристаллитная, расслаивающая, коррозионное растрескивание, коррозионная усталость).
21. Показатели коррозии и коррозионной стойкости (химического сопротивления): количественные, полуколичественные, качественные.
22. Основные количественные показатели коррозии - интегральный и дифференциальный, показатели коррозионной стойкости. Методы определения показателей по ГОСТ 9.908-85.
23. Металлографический метод оценки коррозионных поражений.
24. Классификация видов испытаний. Влияние условий проведения испытаний на определение механических свойств.
25. Механические свойства при статических испытаниях. Диаграммы деформации для металлических и неметаллических биосовместимых материалов. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение.
26. Термомеханические кривые полимерных биоматериалов. Виды образцов для испытаний, испытательные машины статического действия.
27. Твердость материалов, классификация методов определения твердости. Измерение твердости по Шору, Виккерсу, Роквеллу.
28. Измерение микротвердости. Измерение твердости в области разрушения (твердость по Бринеллю). Измерение твердости царапанием.
29. Механические свойства при динамических испытаниях. Особенности пластической деформации и разрушения при динамическом нагружении. Динамические испытания на изгиб, растяжение, сжатие, кручение.
30. Определение ударной вязкости. Образцы для проведения динамических испытаний. Испытательные машины динамического действия.

31. Циклические испытания материалов. Усталость и выносливость материалов. Механизмы усталостного разрушения. Структурные изменения при циклических испытаниях материалов.
32. Определение предела выносливости. Влияние различных факторов на характеристики выносливости.
33. Испытания на усталость, схемы нагружения, образцы. Машины для испытания на усталость.
34. Основные принципы оценки биологического действия материалов. Критерии контроля материалов стандарту ИСО 10993. Программа испытаний: стадии и содержание.
35. Учет длительности и характера контакта с живым организмом.
36. Токсикологические исследования биоматериалов. Биологические тесты *in vitro* и *in vivo*: раздражающий эффект; цитотоксичность; общетоксическое действие, острая токсичность, гемолитическое действие.
37. Методы исследования генотоксичности, канцерогенности и токсического действия на репродуктивную функцию.
38. Испытания на склонность к кальцификации.
39. Анализ методов переработки материала в изделия биомедицинского назначения.
40. Возможность и необходимость применения специальных технологических добавок, их природа, влияние на функциональные свойства.
41. Классификация методов стерилизации изделий из биосовместимых материалов, влияние общепринятых методов стерилизации на функциональные свойства изделий.
42. Тканевая инженерия. Технология конструирования вне организма живых компонентов для восстановления утраченных функций отдельных тканей или органов в целом. Этапы технологии.
43. Критерии выбора биоматериалов для клеточных матриц. Функциональные свойства биологически совместимых матриц.
44. Методы формирования матриц из биodeградируемых полимеров, включая методы нанотехнологии, микроинкапсулирования и электростатического формования.
45. Методы исследования и контроля функциональных свойств на каждом этапе клеточной технологии.
46. Биодеструкция изделий из биосовместимых материалов, механизмы гидролитической и окислительной биодеструкции.
47. Клеточная деструкция. Основные принципы идентификации и количественного определения потенциальных продуктов деградации.

48. Моделирование и методы исследования токсикокинетики продуктов деградации и вымывания.
49. Установление пороговых значений для вымываемых веществ.
50. Критерии и методы оценки стабильности функциональных свойств изделий при биодеструкции.
51. Изнашивание материалов. Основные виды изнашивания и причины их появления. Факторы, вызывающие износ.
52. Испытания на износ, методы определения износостойкости металлических и неметаллических материалов.
53. Химическая и электрохимическая коррозия металлических материалов под воздействием агрессивных биологических жидкостей. Методы определения токсичных продуктов коррозии.
54. Старение неметаллических органических материалов. Причины старения, факторы, стимулирующие старение полимерных материалов. Виды старения, механизм процесса, влияние температуры на механизм.
55. Способы борьбы со старением (активная защита, пассивная защита, комбинированная).
56. Термостабилизаторы и антиоксиданты. Методы исследования старения полимерных материалов. Виды испытаний на старение.
57. Биорезорбируемость изделий из биосовместимых материалов. Факторы, влияющие на скорость биodeградации.
58. Критерии оценки биорезорбируемости. Методы исследования изменения функциональных свойств изделий из биodeградируемых материалов.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Биомедицинское материаловедение. Учебное пособие для вузов. Автор: Вихров С.П., Холомина Т.А., Афонин П.Н., Бегун П.И., 2016, 383с. Издательство: Горячая линия Телеком

б) дополнительная литература:

1. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

<http://mospolytech.ru/index.php?id=308>

<http://materiall.ru/http://supermetalloved.narod.ru/12.pdf>

<http://www.zodchii.ws/downloads/zodchii/himiya/arzamasov - materialovedenie.zip>

Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Номер аудитории	Оборудование
1313	Твердомер Роквелла ТР 5006 (1шт.) Проектор + экран Микроскоп МИМ-7 (9 шт.)
1304	Микроскоп ZASILACZMIKROSKOPOWYtypTVO 6/20 – 6 шт. Твердомер Роквелла ТР 5006 (1 шт.) Микротвердомер ПМТ-3М (2 шт.) Лупа Бринелля – 6 шт. Микроскоп АЛЬТАМИ (4 шт.)
1308	Микротвердомер ПМТ-3М (1 шт.) Пресс для запрессовки образцов
1309	NEXSYS ImageExpert™ Sample 2 Программа для качественного анализа изображений структур методом сравнения с эталонными шкалами Микроскоп Axiovert 40MAT – 1 шт.
1316	Микроскоп АЛЬТАМИ (1 шт.) Микроскоп МИМ-7 (1 шт.) Твердомер Супер- Роквелл ТКС-1М Проектор
1307	Электропечь (Набертерм 1280°) – 1 шт. Электропечь (Снол 1100°) – 2 шт. Электропечь (ПК-РК-10/12 1280°) – 1шт. Твердомер «Бринелль» ТБ5004 – 2 шт. Твердомер Роквелла ТР 5006 – 1 шт. Печь муфельная ПМ-10 – 2 шт. Полировальный станок StruersTegraPol- 11 - 1 шт. Отрезной станок StruersLaboton – 3 -1 шт. Установка для торцевой закалки Установка для электротравления Struers Lectro Pol -5. (1 шт.) Отрезной станок (1 шт.) Установка для запрессовки образцов (1 шт.) Вольтметр – 4 шт. Фотоэлектрический колориметр KF-77 Пневматический шлифовально-полировальный станок P-20FS-1-R5
1318	Штангенциркуль – 15 шт. Пресс для запрессовки образцов Лупа Бринелля – 1шт. Микрометр – 2 шт. Твердомер ТР 5006-М – 1шт. Твердомер ТР5006-02 – 1шт. Микротвердомер ПМТ-3М – 1 шт.

Твердомер ТК – 1 шт. Микроскоп Метам-РВ1 шт.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов. Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется государственным образовательным стандартом, действующим учебным планом, рабочей программой дисциплины, средствами обеспечения самостоятельной работы. Самостоятельная работа – это важнейшая часть любого образования. Обязанность преподавателя – научить студента самостоятельно трудиться, самостоятельно пополнять запас знаний.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. Внимательное слушание требует умственного напряжения, волевых усилий. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками.

Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Поскольку в этом случае вы не учитесь мыслить и анализировать услышанное и лекция превращается в механический процесс.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно

будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи и рисунки, схемы и графики, цитаты и биографии выдающихся ученых и т.д.

Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись.

Зачет – форма итоговой проверки и оценки полноты и прочности знаний студентов, а также сформированности умений и навыков; проводится в виде собеседования по важнейшим вопросам каждого раздела изученного курса или по курсу в целом в индивидуальном порядке. Основная цель подготовки к экзамену — достичь понимания законов и явлений, а не только механически заучить материал. Но все же довольно много вещей придется просто выучить. При этом следует учитывать ваши индивидуальные особенности. К примеру, если у вас зрительный тип памяти, тогда следует уделить особое внимание внешней форме вашего краткого конспекта — недопустим небрежный, неразборчивый, мелкий почерк. Важные понятия должны быть выделены из текста, чтобы «бросаться в глаза» сразу. Конечно, аккуратный конспект потребует несколько большего времени, но в итоге время на заучивание сократится, и вы эффективнее подготовитесь к экзамену или зачету. Если у вас слуховой тип памяти, следует проговаривать наиболее важную часть материала, возможно даже использовать магнитофон для подготовки. Если же преобладающим у вас является моторный тип памяти, то конспект нужно переписать несколько раз, причем каждый раз надо вычеркивать то, что вы уже выучили достаточно хорошо, оставляя для переписывания только самое необходимое для запоминания.

9. Методические рекомендации для преподавателя

Методические указания по чтению лекций.

Наименование тем лекций и их содержание приведено в разделе 4 рабочей программы по курсу. В приложении указано распределение времени по темам курса.

В начале лекции называется: тема лекции, основные вопросы, выносимые на лекцию, а также указывается литература, где изложен материал лекции. После каждого раздела делаются обобщающие выводы и даются указания по самостоятельной работе над материалом лекции.

В условиях информатизации всех сфер деятельности человека чтение лекций у доски с мелом становится не эффективным. Предлагается использовать в помощь лектору, созданные средствами Microsoft Office Power Point. Демонстрация слайдов должна сопровождаться отступлениями от режима демонстрации и пояснениями лектора. Значительную часть слайдов должны занимать иллюстрации. В процессе изложения материала такой лекции необходимо акцентировать внимание слушателей на ключевых понятиях ее темы.

Если требуется к ним возвращаться, то для этого целесообразно прокручивать материал (слайды) назад. При этом следует активизировать внимание студентов вопросами, которые, как правило, касаются весьма простых, но ключевых понятий.

Одновременно следует давать студентам время для пометок и записей в своих конспектах.

Изложенный вариант даёт более высокий эффект, если во время лекции на руках у студентов будет раздаточный материал (тезисы или полный конспект лекций, слайды презентации).

Практические занятия предусматривают изучение нового и закрепление проработанного на лекциях теоретического материала. После того, как студенты разберут теоретический материал по данной работе, им предлагается выполнить задание или презентацию по пройденной теме. Часть заданий может выполняться студентами в качестве самостоятельной подготовки к занятиям. Темы практических работ студентам известны заранее, поэтому к каждому занятию студенты приходят подготовленными. Задания по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием программного обеспечения, имеющегося на кафедре.

Структура и содержание дисциплины «Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов»

Профиль: «Технология биосовместимых материалов».

Направление подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

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	КР	КП	РГР	Реф.	К/Р	Э	З
Второй семестр														
Вводная часть.	2	1	0,5		-									
1. Физические свойства. <i>Плотность.</i> Виды плотности. Методы определения плотности изделий из пористых и непористых материалов. Зависимость плотности изделий от пористости, пустотности и влажности материала. Влияние пористости на поверхностные и диффузионные свойства изделий.	2	1	1			3								
2. <i>Практическая работа</i> «Определение плотности биосовместимых материалов»	2	1		2		12	+							
3. Свойства поверхности: натяжение, свободная энергия, энергия межфазовой поверхности, прочность адгезионного шва между фазами. Методы определения, модификации, влияние на адгезию и пролиферацию клеток ткани.	2	2	1,5			3								

<p><i>Диффузионные свойства изделий.</i> Водопроницаемость, водопоглощение и гигроскопичность. Методы определения. Диализная проницаемость, методы определения.</p> <p><i>Тепловые свойства.</i> Влияние теплостойкости на технологию формирования изделий сложной формы и возможность стерилизации изделий. Методы определения теплостойкости.</p> <p><i>Оптические свойства изделий.</i> Методы исследования. Влияние длины волны света на оптические свойства. Устойчивость материалов к ультрафиолетовому излучению.</p>														
4. <i>Практическая работа</i> «Определение свойств поверхности матриц»	2	3		1,5		10	+							
5. Химические свойства. Методы изучения химической стойкости изделий из металлических и неметаллических биоматериалов. Электрохимическая и химическая коррозия. Виды и показатели коррозии. Методы определения показателей.	2	4	1,5			3								
6. <i>Практическая работа</i> «Виды коррозии биосовместимых материалов»	2	5		1,5		12	+							
7. Механические свойства. Классификация видов испытаний. Механические свойства при <i>статических испытаниях</i> на растяжение, сжатие, изгиб, кручение. Термомеханические кривые полимерных биоматериалов. Виды образцов, испытательные машины. <i>Твердость.</i> Классификация методов. Измерение твердости по Шору, Виккерсу, Роквеллу, Бринеллю, царапанием, микротвердости.	2	6	1,5			3								

8. <i>Практическая работа</i> «Определение твердости изделий из биосовместимых материалов».	2	7		1,5		12	+							
9. Механические свойства при динамических испытаниях на изгиб, растяжение, сжатие, кручение. Определение ударной вязкости. Образцы, испытательные машины. <i>Циклические испытания материалов.</i> Усталость и выносливость материалов. Механизмы усталостного разрушения. Структурные изменения при циклических испытаниях материалов. Определение предела выносливости. Испытания на усталость, схемы нагружения, образцы. Машины для испытания.	2	8	1,5			3								
10. <i>Практическая работа</i> «Расчет ударной вязкости биоматериалов».	2	9		1,5		10	+							
11. Биологические свойства. Принципы оценки биологического действия материалов. Критерии контроля биологической безопасности по стандарту ИСО 10993, программа испытаний. Биологические тесты <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i> : раздражающий эффект; цитотоксичность; острая токсичность; общетоксическое и гемолитическое действие. Методы исследования токсичности, генотоксичности, канцерогенности на репродуктивную функцию. Испытания на склонность к кальцификации.	2	10	1,5			3								
12. <i>Семинар</i> «Испытания на склонность к кальцификации».	2	11		1,5		10	+							

<p>13. Технологические свойства. Методы переработки материала в изделия биомедицинского назначения. Классификация методов стерилизации, влияние общепринятых методов на функциональные свойства изделий.</p> <p>Тканевая инженерия. Этапы технологии. Функциональные свойства биологически совместимых матриц. Способы формирования матриц из биodeградируемых полимеров. Методы исследования и контроля функциональных свойств на каждом этапе клеточной технологии.</p>	2	12	1,5			3							
<p>14. <i>Семинар</i> «Получение трехмерных пористых матриц»</p>	2	13		1,5		10	+						
<p>15. Методы оценки стабильности функциональных свойств изделий.</p> <p><i>Биодеструкция</i> изделий из биосовместимых материалов, механизмы. Методы изучения токсикокинетики продуктов деградации и вымывания. Критерии и методы оценки стабильности функциональных свойств.</p> <p><i>Изнашивание материалов.</i> Виды и причины изнашивания. Испытания на износ, методы определения износостойкости металлических и неметаллических материалов.</p> <p>Химическая и электрохимическая <i>коррозия</i> металлических материалов под воздействием агрессивных биологических жидкостей. Методы определения токсичных продуктов коррозии.</p> <p><i>Старение неметаллических органических</i></p>	2	14	1,5			3							

материалов. Причины, факторы, стимулирующие старение. Виды старения, механизм процесса, способы борьбы. Методы исследования старения полимерных материалов. Биорезорбируемость изделий из биосовместимых материалов. Факторы, влияющие на скорость биodeградации. Критерии оценки. Методы исследования изменения функциональных свойств изделий.														
16. Семинар «Методы изучения токсикокинетики продуктов деградации и вымывания»	2	15		1.%		10	+							
17. Контрольная работа	2	16		1,5		10	+					+		
Форма аттестации	2												Э	
Всего часов по дисциплине во втором семестре	2		12	12		120								