СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ,   
КЛЕТОЧНОЙ И ТКАНЕВОЙИНЖЕНЕРИИ**

Организационно-методические указания

Красноярск

ИПК СФУ

2011

Учебное издание

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ,   
КЛЕТОЧНОЙ И ТКАНЕВОЙИНЖЕНЕРИИ**

Организационно-методические указания

Составители:

Волова Татьяна Григорьевна

Гительзон Иосиф Исаевич

Шишацкая Екатерина Игоревна

Франк Людмила Алексеевна

**1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Целью организационно-методических указаний по курсу «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» является обеспечение эффективного процесса обучения студентов на основе изучения теоретического материала, выполнения экспериментальных лабораторных работ, самостоятельной работы с литературой на основе рациональной организации процесса обучения.

Организационно-методические указания предназначены для ассистентов и старших преподавателей, ведущих лабораторные ипрактические занятия, доцентов и профессоров, читающих лекции по дисциплине.

Исходя из концепции совершенствования качества и повышения эффективности подготовки специалистов и приоритетных задач, стоящих перед Сибирским федеральным университетом, необходимо совершенствование собственно процесса обучения, развитие активных форм обучения и ориентирование студентов на углубленное и творческое освоение дисциплин в процессе аудиторного обучения, а также расширение объема самостоятельной компоненты обучения и повышения творческой активности.

Расширение спектра компонентов деятельности студентов в процессе обучения и увеличения объема внеаудиторных занятий делают необходимыми повышение активности студентов и развитие у них чувства ответственности и самоконтроля. Для этого необходимо наличие критериев и показателей оценки качества обучения, современных средств мониторинга качества подготовки специалистов в университете, включая внедрение системы объективных измерений оценки успеваемости студентов – балльно-рейтинговую систему оценки результатов обучения студентов. Необходимость развития этого подхода и новых форм учебно-методической деятельности в университетах РФ регламентирована Министерством образования и науки Российской Федерации в приказе № 215 от 29.07.2005 «Об инновационной деятельности высших учебных заведений по переходу на систему зачетных единиц». В основе разработки настоящих методических указаний положены рекомендации, разработанные ИМУ СФУ от 01.09.2008.

Настоящие организационно-методические указания по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» включают в себя указания и рекомендации по порядку преподавания разделов и тем курса в процессе его усвоения студентами, включающего изучение теоретического материала на аудиторных и самостоятельных занятиях, выполнение лабораторных работ, оформление рефератов, проведение тестирования студентов, оценку эффективности обучения студентов на основе кредитно-модульной системы.

**2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ**

Основная образовательная программа (ООП) подготовки магистров по направлению «Биология» согласно ФГОС ВПО предусматривает изучение следующих учебных циклов:

– общенаучный цикл;

– профессиональный цикл;

и разделов:

– практика и/или научно-исследовательская работа;

– итоговая государственная аттестация.

Каждый учебный цикл имеет базовую (обязательную) часть и вариативную, устанавливаемую вузом. Вариативная часть дает возможность расширения и (или) углубления знаний, умений, навыков и компетенций, определяемых содержанием базовых (обязательных) дисциплин (модулей), позволяет обучающимся получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и (или)продолжения профессионального образования в аспирантуре.

Дисциплина «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инже-нерии» относится к циклу М.3. – профессиональный цикл по направлению подготовки магистров 020400.68 «Биология», программа подготовки 020400.68.01 «Микробиология и биотехнология», укрупненной группы 020000 «Естественные науки».

Значимость учебного курса «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» обусловлена тем, что создание экологически чистых материалов с полезными свойствами остается одной из ключевых проблем современности. Наиболее актуален поиск специализированных биосовместимых материалов для сформировавшегося в последние годы нового направления биоматериаловедения – клеточной и тканевой инженерии, связанного с разработкой биоискусственных органов. Исследования в области новых биоматериалов являются одним из актуальных направлений, соответствуют задачам и уровню развития науки, технологий и техники РФ и перечню критических технологий Российской Федерации, в котором приоритетным направлением являются «Технологии создания биосовместимых материалов». Эти исследования реализуются на стыке медицины, химии высокомолекулярных соединений, биотехнологии, биофизики, молекулярной и клеточной биологии и включают в себя следующие взаимосвязанные задачи:

1) разработку новых материалов, методов их модификации и переработки в специализированные изделия биомедицинского назначения;

2) изучение механизма взаимодействия биоматериалов с кровью и тканями; оценку физико-химических и медико-биологических свойств биоматериалов и изделий из них;

3) экспериментальное исследование и обоснование для применения новых материалов и изделий.

Цель курса – дать знания о новейших направлениях биотехнологической науки и практики, интегрирующих потенциал биомедицинского материаловедения, клеточных культур и технологий, тканевого инжиниринга как наиболее перспективных технологий реконструктивной биомедицины.

Задачи учебной дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» нацелены на рассмотрение теоретических основ новейших разделов медицинского материаловедения, клеточной и тканевой инженерии и приобретение студентами знаний методологии по этим ключевым направлениям. Для изучения данной дисциплины целесообразно предварительное освоение студентами курсов общей биотехнологии, биоорганической химии,общей генетики и общей микробиологии, молекулярной генетики.

В результате освоения дисциплины студенты приобретают:

**знания:**

* научных основ биоматериаловедения;
* основных направлений производства, разработки и модификации новых биоматериалов;
* основ процессинга материалов для получения специализированных изделий;
* понятия биосовместимости и методов тестирования биологической безопасности материалов и изделий;
* научных основтехнологий и потенциала клеточных культур;
* методологии инженерии органов и тканей;

**умения:**

* ориентироваться в современных направлениях и новейших методах биотехнологии (биомедицинском материаловедении, технологиях клеточных культур, тканевой инженерии и конструирования биоискусственных органов);
* использовать знания разделов новейших разделов биотехнологии при изучении специальных дисциплин;
* применять полученные знания для повышения качества жизни людей;
* использовать полученные данные при написании рефератов, статей, научных проектов.

Учебно-методический комплекс дисциплины (УМКД) «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» содержит:

* теоретический материал, в том числе и в виде электронного ресурса;
* демонстрационную презентацию курса;
* лабораторный практикум;
* контрольно-измерительные материалы (экзаменационные билеты, перечень экзаменационных вопросов, электронный банк тестовых заданий по каждой главе курса, список тем рефератов);
* методические указания по самостоятельной работе с учебно-методическим комплексом дисциплины;
* дополнительный информационно-справочный материал;
* календарный понедельный график самостоятельной работы студента по освоению дисциплины на семестр;
* организационно-методические указания;
* график учебного процесса и самостоятельной работы студентов;
* календарный понедельный график самостоятельной работы студента по освоению дисциплины.

**3. КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД   
ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина формирует следующие компетенции магистров:

***а) общекультурные компетенции (ОК):***

* ОК-1: способен к творчеству (креативность) и системному мышлению;
* ОК-2: способен к инновационной деятельности;
* ОК-3: способен к адаптации и повышению своего научного и культурного уровня;
* ОК-4: понимает пути развития и перспективы сохранения цивилизации, связь геополитических и биосферных процессов, проявляет активную жизненную позицию, используя профессиональные знания;
* ОК-5: проявляет инициативу, в том числе в ситуациях риска, способен брать на себя всю полноту ответственности способен к поиску решений в нестандартных ситуациях;
* ОК-6: способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

***б) профессиональные (ПК):*** общепрофессиональные:

* ПК-1: понимает современные проблемы биологии и использует фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.
* ПК-2: знает и использует основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способен к системному мышлению.

***в) в соответствии с видами деятельности:***

* ПК-12: применяет методические основы проектирования и выполнения полевых и лабораторных биологических и экологических исследований с использованием современной аппаратуры и вычислительных комплексов (в соответствии с целями магистерской программы), генерирует новые идеи и методические решения.

Трудоемкость дисциплины составляет 3,0 зачетные единицы/108 часов.

**4. СВЯЗЬ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ   
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ПРОГРАММАМИ**

Для освоения данного курса необходимы базовые знания, которые студенты должны получить по биохимии, микробиологии, биотехнологии, генетике. В ходе освоения курса студенты применяют знания и используют навыки, полученные в рамках обучения по программе большого практикума по биотехнологии, лекционного курса и практикума «Введение в биотехнологию».Компоненты УМКД курса «Современные проблемы и методы биотехнологии» служат основой для освоения студентами дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии».

Знания, получаемые по данной дисциплине, интегрируют достижения и умения в области цитологии, молекулярной биологии и молекулярной генетики, новейших направлений и методов биотехнологии, спецкурсов по клеточной и генетической инженерии.

Компоненты УМКД курса «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» служат основой:

* для освоения студентами дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»;
* подготовки магистерских диссертаций, тематика которых соответствует уровню науки и техники в области биомедицинского материаловедения, клеточной и тканевой инженерии;
* получения фундаментальной основы, необходимой для проведения на высоком методическом уровне научно-исследовательских работ в области современной биотехнологии, а также подготовки высококвалифицированных специалистов доля производственной деятельности в образовательных и научно-исследовательских учреждениях, медико-биологических лабораториях и клинических учреждениях.

**5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

Курс «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»изучается в течение одного семестра на втором году обучения в магистратуре.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (з. е.)   
(108 ч) и распределена равномерна по семестру. Трудоемкость каждого вида учебной работы данной дисциплины в часах и зачетных единицах приведена в табл. 1. В трудоемкость засчитываются аудиторная нагрузка и самостоятельная работа студента.

Структура и содержание модулей дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» даны в прил. 1,2. Трудоемкость модулей и виды учебной работы в относительных единицах по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»представлены в прил. 1,2.

Дисциплина «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» включает аудиторные занятия (60 ч) – теоретический курс лекций (24 ч) и лабораторный практикум (32 ч). Внеаудиторная работа включает самостоятельное изучение ряда разделов теоретического курса и подготовку рефератов.

Таблица 1

Объем дисциплины и виды учебной работы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего  зачетных  единиц  (часов) | Семестр |
| 12 |
| **Общая трудоемкость дисциплины** | 3,0 (108) | 3,0 (108) |
| Аудиторные занятия: | 0,67 (24) | 0,67 (24) |
| лекции | 0,22 (8) | 0,22 (8) |
| лабораторные работы (ЛР) | 0,44 (16) | 0,44 (16) |
| Самостоятельная работа: | 1,33 (48) | 1,33 (48) |
| изучение теоретического курса (ТО) | 1,22 (44) | 1,22 (44) |
| реферат | 0,1 | 0,1 |
| **Вид итогового контроля (зачет, экзамен)** | экзамен | экзамен |

В основу построения учебного комплекса положен модульный принцип, который реализуется во всех типах работ: теоретическом курсе лекций, при проведении цикла лабораторных работ, а также в ходе самостоятельной работы студентов.

Модули дисциплины имеют структурированное содержание обучения. Последовательное изложение теоретического материала в соответствии с оценкой трудоемкости видов учебной работы в зачетных единицах и виды занятий в часах приведены в табл. 2. Модульное обучение обеспечивает обязательную проработку каждого компонента системы. Модули являются также основой для организации самостоятельной работы студентов по изучению материалов дисциплины и удобны для самообразования.

Лекции, демонстрационная презентация курса, самостоятельная работа, лабораторные работы, литература, система тестов, контрольные вопросы и методические рекомендации структурированы по отдельным модулям. Это является определяющим в содержание дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии». Теоретический материал представлен в логической последовательности при сохранении целостности содержания. Данный курс акцентирует внимание напрактической значимости биотехнологии для развития научно-технического прогресса общества и повышения качества жизни человека.

Дисциплина «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» состоит из 8 модулей:

Модуль 1.Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии».

Модуль 2.Материалы медико-биологического назначения.

Модуль 3.Методы изучения материалов биомедицинского назначения.

Модуль 4.Тканевая реакция на имплантаты.

Модуль 5.Механизмы биодеструкции имплантатов.

Модуль 6. Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии.

Модуль 7.Специфика технологии ведения клеточных культур.

Модуль 8.Новейшие клеточные технологии.

Курс дисциплины структурирован таким образом, что студент с момента начала изучения дисциплины получает представление о задачах каждого модуля, его трудоемкости, темах и количестве лекций, предстоящем объеме самостоятельной работы по усвоению теоретического курса, количестве и темах рефератов, а также об объеме и задачах цикла лабораторных работ.

Трудозатраты по каждому модулю дисциплины с учетом объема аудиторной и самостоятельной работы студентов представлены в табл. 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Разделы дисциплины | Лекции,  зачетные  единицы  (часы) | ЛР,  зачетные  единицы  (часы) | Самостоятельная работа, зачетные  единицы  (часы) | Формируемые компетенции |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | **Модуль 1**  Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» | 0,03 (1) | 0,06(2) | 0,17(6) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 12 |
| 2 | **Модуль 2**  Материалы медико-биологического назначения | 0,03 (1) | 0,12 (4) | 0,28(10) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 |
| 3 | **Модуль 3**  Методы изучения материалов биомедицинского назначения | 0,03 (1) | 0,06(2) | 0,17 (6) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 |
| 4 | **Модуль 4**  Тканевая реакция на имплантаты | 0,03 (1) | 0 | 0,11 | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 |
| 5 | **Модуль 5**  Механизмы биодеструкции имплантатов | 0,03 (1) | 0 | 0,11 | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 |

Окончание табл. 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 6 | **Модуль 6**  Биология клетки  в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии | 0,03 (1) | 0,12 (4) | 0,17 (6) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 |
| 7 | **Модуль 7**  Специфика технологии ведения клеточных культур | 0,03 (1) | 0,06(2) | 0,17 (6) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 |
| 8 | **Модуль 8**  Новейшие клеточные технологии | 0,03 (1) | 0,06(2) | 0,17 (6) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 |

**3.2. Содержание разделов и тем лекционного курса**

Дисциплина «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» состоит из восьми модулей, содержание разделов и темы лекционного курса представлены в табл. 3.

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Номер раздела  дисциплины | Темы занятий |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | **Модуль 1 Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»** | **Тема 1.1.**  Актуальные исследования в области полимерных материалов биомедицинского назначения. Современное состояние и перспективы.Потребности реконструктивной медицины в новых материалах и изделиях  **Тема 1.2.**  Разработка медицинских полимеров и биоматериаловедение. О проблематике в областиполимеров биомедицинского назначения. Тенденции и общие перспективы разработок искусственных и биоискусственных органов |

Продолжение табл. 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 |  | **Тема 1.3.**  Современное представление о клеточных технологиях, клеточной инженерии, клеточных культурах как составной части биотехнологии. Роль клеточных культур в биотехнологии при производстве биологически активных веществ, применение их в генетической, медицинской, фармакологической практике, а также для сохранения генофонда исчезающих видов. Важнейшие открытия современной биологии, послужившие фундаментом для возникновения клеточных технологий |
| 2 | **Модуль 2**  **Материалы медико-биологического назначения** | **Тема 2.1.**  Материалы, совместимые с живым организмом. Металлы. Керамики. Композиты. Полимеры, ихмногообразие, структура. Свойства. Понятие биосовместимости. Подход к биосовместимости материалов с точки зрения физико-химических свойств  **Тема 2.2.**  Материалы медицинского назначения, используемые в реконструктивных технологиях. Полимерные материалы для сердечно-сосудистой системы: сосудистые эндопротезы, клапаны сердца, протезы сосудов. Материалы для реконструкции мягких тканей, внутренних органов, кожи; костной ткани  **Тема 2.3.**  Материалы для изготовления протезов и биоискусственных органов. Устройства для разделения и диффузии веществ: искусственная почка, печень, селезенка. Материалы для изготовления протезов органов зрения, слуха и обоняния. Искусственное сердце  **Тема 2.4.**  Полимеры фармакологического назначения. Полимеры вспомогательного фармакологического назначения. Микроинкапсулирование. Ликвация лекарственного вещества из микрокапсулы. Депонирование лекарственных средств в полимерные матриксы для контролируемой и долговременной доставки. Полигидроксиалканоаты в качестве матрикса для депонирования лекарственных средств |

Продолжение табл. 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 3 | **Модуль 3**  **Методы изучения материалов биомедицинского назначения** | **Тема 3.1.**  Система методов и тестов, применяемая в биомедицинском материаловедении. Физические и физико-химические методы исследования полимеров биомедицинского назначения. Спектроскопические методы анализа. Микрокалориметрия. Рентгеноструктурный анализ. Биомедицинское тестирование биоматериалов. Тестирование биоматериалов на биосовместимость. Санитарно-химические тесты. Система тестов для токсикологических исследований *in vitro* и *in vivo*. Испытания на гемосовместимость. Международная система тестов для оценки биосовместимости медицинских материалов и изделий  **Тема 3.2.**  Методы переработки материалов для получения специализированных конструкций и изделий биомедицинского назначения. Получение гидрогелей. Переработка термопластичных полимеров. Переработка композитов керамики и полимеров. Переработка полимеров из растворов |
| 4 | **Модуль 4**  **Тканевая реакция на имплантаты** | **Тема 4.1.**  Реакция организма на имплантацию материалов и процессы взаимодействия с ними. Фазы воспалительно-репаративной реакции и образование капсул вокруг имплантатов. Клеточные и межклеточные элементы, участвующие в тканевой реакции. Особенности реакции на инородное тело и образование гигантских клеток  **Тема 4.2.**  Кальцификация имплантатов. Факторы, влияющие на кальцификацию биоматериалов, механизмы кальцификации. Возможные пути ингибирования первичных стадий кальцификации |
| 5 | **Модуль 5**  **Механизмы биодеструкции имплантатов** | **Тема 5.1.**  Биоразрушаемые материалы, биоразрушаемые синтетически полимеры: полилактиды, полигликолиды. Природные биоразрушаемые материалы: хитизан, альгинаты, гиалуроновая кислота, коллаген, фибрин. Полигидроксиалканоаты линейные, биосовметсимые, резорбируемые полиэфиры микробиологического происхождения: особенности, свойства, биомедицинский потенциал]  **Тема 5.2.**  Биодеструкция имплантируемых материалов и конструкций *in vivo.* Механизмы биодеструкции имплантатов. Особенности поведения имплантатов из полимерных материалов *in vivo*. Гидролитическая деструкция. Окислительная деструкция и катализ ионами металлов. Клеточная деструкция |

Окончание табл. 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 6 | **Модуль 6.**  **Биология клетки  в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии** | Т**ема 6.1.**  История и проблемы развития культивирования животных клеток, становления и развития клеточных технологий. Источники и типы клеток  **Тема 6.2.**  Техника ведения клеточных культур. Выбор питательных сред и субстратов для культивирования животных клеток. Клеточные линии: ограниченные и постоянные. Источники клеток: первичные клетки. Стволовые клетки и источники их выделения. Типы культивационных систем для периодических и проточных культур клеток  **Тема 6.3.**  Клеточные технологии и тканевая инженерия. Принципы и основные подходы. Материалы, примененные для изготовления клеточных матриксов. Методы конструирования дву-,трехмерных матриксов из различных типов биоматериалов с применением техники испарения растворителя, контактного прессования, экструзии. Методы получения пористых матриксов |
| 7 | **Модуль 7**  **Специфика технологии ведения клеточных культур** | **Тема 7.1.**  Принципы работы в клеточной лаборатории и основные правила асептики. Оборудование, необходимое для работы с клеточными культурами. Системы и условия, необходимые для роста клеточных культур. Культивирование клеток и тканей беспозвоночных. Культивирование клеток человека. Органная культура  **Тема 7.2.**  Потенциал клеточных технологий для лечения сердечно-сосудистой системы; реконструкции тканей пораженных внутренних органов, твердой и мягких тканей; суставов, мышечной ткани |
| 8 | **Модуль 8**  **Новейшие клеточные технологии** | **Тема 8.1.**  Клонирование животных. История вопроса. Гибридизация животных клеток. Гибридомная техника. Клонирование млекопитающих. Методы трансплантации ядер. Перспективы использования метода  **Тема 8.2.**  Стволовые клетки. История вопроса. Перспективы использования стволовых клеток в биологии и медицине. Принципы проведения клеточной терапии с применением стволовых клеток. Этические проблемы. Процесс передачи новых технологий в клиническую практику |

В ходе освоения дисциплины приобретаются знания, умения и компетенции (общенаучные, общепрофессиональные и инструментальные).

**Модуль 1.**Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»

Формируются следующие компетенции: ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 12.

В ходе освоения программы модуля запланировано 3 темы лекций: Тема 1.1. Актуальные исследования в области полимерных материалов биомедицинского назначения. Тема 1.2. Разработка медицинских полимеров и биоматериаловедение. Тема 1.3. Современное представление о клеточных технологиях и клеточной инженерии. Лабораторные работы по модулю – 1-я тема. Самостоятельная работа включает работу с литературой и теоретическое самостоятельное освоение курса по 4 темам(6 ч).

В результате освоения материала модуля 1 студенты приобретают следующие **умения**:

* формировать диагностические решения проблем, основанные на исследованиях путем интеграции знаний в различных областях биотехнологии;
* выносить квалифицированные суждения о предмете и его составляющих

**знания**:

* теоретических основ, основных понятий наук биологического профиля (биотехнологии, химии высокомолекулярных соединений, генетики, клеточной и тканевой инженерии), в т.ч. находящихся на передовом рубеже в области современной биотехнологии.

**Модуль 2.**Материалы медико-биологического назначения

В ходе освоения запланированной программы у студентов формируются компетенции ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12. Теоретический курс включает 4 темы лекций: Тема 2. 1. Материалы, совместимые с живым организмом. Металлы. Керамики. Тема 2.2. Материалы медицинского назначения, используемые в реконструктивных технологиях. Полимерные материалы. Тема 2.3. Материалы для изготовления протезов и биоискусственных органов. Тема 2.4. Полимеры фармакологического назначения. Лабораторные работы, сопровождающие модуль, предусматривают выполнение6 тем. На самостоятельное освоение теоретического материала отведено 10 ч, включая подготовку реферата.

В результате освоения материала модуля 2 студенты приобретают следующие **умения**:

* пользоваться теоретическими основами, основными понятиями и моделями биоматериаловедения, современных биотехнологических процессов, базирующихся на принципах и методах культивирования клеток, тканей и органов;
* сформулировать задачу и реализовать на практике основные приемы для реализации технологии ведения клеточных культур;
* знание тестов, необходимых для изучения и тестирования новых биоматериалов

и **знания**:

* теоретических основ, основных понятий классификации, структуры и свойств биоматериалов;
* методах переработки материалов и областей применения.

**Модуль 3.**Методы изучения материалов биомедицинского назначения.

Предполагает формирование у студентов следующих компетенций: ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12.Лекционный курс включает 2 темы. Тема 3.1. Система методов и тестов, применяемая в биомедицинском материаловедении. Тема 3.2. Методы переработки материалов для получения специализированных конструкций и изделий биомедицинского назначения. Лабораторные работы предполагают выполнение 3работ.Самостоятельная работа направлена на освоение теоретического материала по 3 темам.

В результате освоения материала модуля 3 студенты приобретают следующие **умения**:

* использовать основные понятия и принципы химии высокомолекулярных соединений и клеточных макромолекул;
* пользоваться аналитической аппаратурой для очистки и детекции физико-химических и биологических свойств новых материалов;
* знать принципы и приемы данной области применения

и **знания**:

* теоретических основ, основных понятий химии и биотехнологии полимерных материалов;
* путей и способов, областей и перспектив применения в практической сфере.

**Модуль 4.** Тканевая реакция на имплантаты

Направлен на формирование у студентов следующих компетенций: ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12.

Осваивается лекционный материал по2 темам: Тема 4.1. Реакция организма на имплантацию материалов и процессы взаимодействия с ними. Тема 4.2. Кальцификация имплантатов. Лабораторные работы не предусмотрены. Самостоятельное освоение теоретического материала предусматривает знакомство с 2 темами (4 ч).

В результате освоения материала Модуля 4 студенты приобретают следующие **умения**:

* демонстрировать умение владения методами и инструментами биотестирования и оценки реакций *in vivo* на имплантацию и инородное тело;
* разрабатывать обоснованные пути решения применимости новых материалов в биомедицине

и **знания**:

* комплекса наук о клетках и тканевой инженерии;
* методах и техники ведения клеточных культур как основы конструирования биоискусственных органов и тканей;
* принципах получения и использования функциональных имплантатов и элементов для реконструктивной медицины.

**Модуль 5.** Механизмы биодеструкции имплантатов

Материал модуля предусматривает формирование у студентов компетенций: ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12. Лекционный материал дается по 2 темам. Тема 5.1. Биоразрушаемые материалы. Тема 5.2. Биодеструкция имплантируемых материалов и конструкций *in vivo*. Лабораторные работы не предусмотрены. Самостоятельное изучение теоретического курса по теме5.1 и подготовка реферата.

В результате освоения материала модуля 5 студенты приобретают следующие **умения**:

* планировать и реализовывать эксперименты с лабораторными теплокровными животными;
* владеть техникой оперативного вмешательства;
* понимать механизмы взаимодействия имплантатов и тканей организма-реципиента;
* понимать принципы разработки эффективных способов реконструктивной хирургии и трансплантологии для повышения качества жизни и улучшения методов реконструктивной биомедицины

**знания**:

* основ функционирования материалов в биологических средах;
* механизмов химического гидролиза и биологической резорбции;
* принципов современного биоматериаловедения и разработки биоискусственных органов и тканей;
* основных теорий принциповстабильностии биодеструкции биосовместимых материаловв биологических средах.

**Модуль 6.**Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии

Формирует компетенции: ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12 и включает 3 темы лекционных занятий: Тема6.1. История и проблемы развития культивирования животных клеток. Тема 6.2. Техника ведения клеточных культур. Выбор питательных сред и субстратов для культивирования животных клеток. Тема 6.3. Клеточные технологии и тканевая инженерия. Принципы и основные подходы. Лабораторные работы –по3 темам. Самостоятельные работы предполагают самостоятельное изучение теоретического материала по2 темам.

В результате освоения материала модуля 6 студенты приобретают следующие **умения**:

* владеть базовыми знаниями и методами клеточной и генетической инженерии;
* владеть основными подходами использования клеточных технологий для получения целевых продуцентов, элементов для реконструктивного тканегенеза.

**знания**:

* основных понятий молекул биологии клеточной и тканевой инженерии;
* знание и оценка потенциальных рисков биотехнологии.

**Модуль 7.**Специфика технологии ведения клеточных культур

Направлен на формирование у студентов следующих компетенций: ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 12 и включает прослушивание лекций по трем темам. Тема 7.1. Принципы работы в клеточной лаборатории и основные правила асептики. Тема 7.2. Потенциал клеточных технологий. Лабораторные работы включают 3 темы; самостоятельное обучение – освоение 3 тем (6 ч).

В результате освоения материала Модуля 7 студенты приобретают следующие умения:

* использовать углубленные теоретические и практические знания в области клеточных и тканевых биотехнологии;
* находить основные подходы и методологии молекулярной биологии, клеточной и тканевой инженерии;
* оценить потенциальные риски биотехнологии

**знания:**

* научных основ путей и способов получения и применения биологических препаратов для повышения качества ведения реконструктивных операций.

**Модуль 8.** Новейшие клеточные технологии

Направлен на формирование у студентов следующих компетенций: ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12 и включает прослушивание лекций по 2 темам. Тема 8.1. Гибридомная техника. Клонирование млекопитающих. Методы трансплантации ядер. Тема 8.2. Стволовые клетки. История вопроса. Перспективы использования стволовых клеток в биологии и медицине. Лабораторные работы включают 2 темы; самостоятельное обучение – освоение 2 тем (6 ч).

В результате освоения материала Модуля 8 студенты приобретают следующие **умения**:

* выделять главные проблемы клеточной биологии и инженерии;
* планировать, проводить и докладывать результаты эксперимента;
* ставить биотехнологические задачи и разрабатывать новые высокие биотехнологии

**знания:**

* основных теорий, концепций и принципов современной биотехнологии
* проблем современной биотехнологии;
* фундаментальных биологических представлений для постановки и решения актуальных задач.

Каждый модуль всех номинаций учебного курса построен и структурирован таким образом, чтобы дать студентам максимальное представление о рассматриваемой тематике теоретического курса, помочь освоить методические приемы и навыки, применяемые в ключевых разделах клеточной и тканевой инженерии.

**6. СТРУКТУРА И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА**

Изучение теоретического материала дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» рекомендуется выполнять последовательно, согласно приведенному календарному графику, представленному в программе дисциплины, методических указаниях по самостоятельному изучению дисциплины, а также в организационно-методических указаниях (прил. 1).

Содержание лекционного материала **модуля 1** включает знакомство со следующим материалом:

Тема 1.1.

Актуальные исследования в области полимерных материалов биомедицинского назначения.

Современное состояние и перспективы.

Потребности реконструктивной медицины в новых материалах и изделиях.

Тема 1.2.

Разработка медицинских полимеров и биоматериаловедение.

О проблематике в области полимеров биомедицинского назначения.

Тенденции и общие перспективы разработок искусственных и биоискусственных органов.

Тема 1.3.

Современное представление о клеточных технологиях, клеточной инженерии, клеточных культурах как составной части биотехнологии.

Роль клеточных культур в биотехнологии при производстве биологически активных веществ, применение их в генетической, медицинской, фармакологической практике, а также для сохранения генофонда исчезающих видов. Важнейшие открытия современной биологии, послужившие фундаментом для возникновения клеточных технологий.

Содержание лекционного материала**модуля 2** включает знакомство со следующим материалом:

Тема 2.1.

Материалы, совместимые с живым организмом. Металлы. Керамики.

Композиты. Полимеры, их многообразие, структура. Свойства. Понятие биосовместимости. Подход к биосовместимости материалов с точки зрения физико-химических свойств.

Тема 2.2.

Материалы медицинского назначения, используемые в реконструктивных технологиях.

Полимерные материалы для сердечно-сосудистой системы: сосудистые эндопротезы, клапаны сердца, протезы сосудов.

Материалы для реконструкции мягких тканей, внутренних органов, кожи, костной ткани.

Тема 2.3.

Материалы для изготовления протезов и биоискусственных органов.

Устройства для разделения и диффузии веществ: искусственная почка, печень, селезенка.

Материалы для изготовления протезов органов зрения, слуха и обоняния.

Искусственное сердце.

Тема 2.4.

Полимеры фармакологического назначения.

Полимеры вспомогательного фармакологического назначения. Микроинкапсулирование.

Ликвация лекарственного вещества из микрокапсулы.

Депонирование лекарственных средств в полимерные матриксы для контролируемой и долговременной доставки.

Полигидроксиалканоаты в качестве матрикса для депонирования лекарственных средств.

Содержание лекционного материала **модуля 3** включает знакомство со следующим материалом:

Тема 3.1.

Система методов и тестов, применяемая в биомедицинском материаловедении.

Физические и физико-химические методы исследования полимеров биомедицинского назначения.

Спектроскопические методы анализа.

Микрокалориметрия.

Рентгеноструктурный анализ.

Биомедицинское тестирование биоматериалов.

Тестирование биоматериалов на биосовместимость.

Санитарно-химические тесты.

Система тестов для токсикологических исследованийinvitro и invivo.

Испытания на гемосовместимость.

Международная система тестов для оценки биосовместимости медицинских материалов и изделий.

Тема 3.2.

Методы переработки материалов для получения специализированных конструкций и изделий биомедицинского назначения.

Получение гидрогелей.

Переработка термопластичных полимеров.

Переработка композитов керамики и полимеров.

Переработка полимеров из растворов.

Содержание лекционного материала **модуля 4** включает знакомство со следующим материалом:

Тема 4.1.

Реакция организма на имплантацию материалов и процессы взаимодействия с ними.

Фазы воспалительно-репаративной реакции и образование капсул вокруг имплантатов.

Клеточные и межклеточные элементы, участвующие в тканевой реакции.

Особенности реакции на инородное тело и образование гигантских клеток.

Тема 4.2.

Кальцификация имплантатов.

Факторы, влияющие на кальцификацию биоматериалов, механизмы кальцификации.

Возможные пути ингибирования первичных стадий кальцификации.

Содержание лекционного материала **модуля 5** включает знакомство со следующим материалом:

Тема 5.1.

Биоразрушаемые материалы: биоразрушаемые синтетически полимеры: полилактииды, полигликолиды.

Природные биоразрушаемые материалы: хитизан, альгинаты, гиалуроновая кислота, коллаген, фибрин.

Полигидроксиалканоаты линейные, биосовместимые, резорбируемые полиэфиры микробиологического происхождения: особенности, свойства, биомедицинский потенциал.

Тема 5.2.

Биодеструкция имплантируемых материалов и конструкций *in vivo.* Механизмы биодеструкцииим плантатов.

Особенности поведения имплантатов из полимерных материалов *in vivo*.

Гидролитическая деструкция.

Окислительная деструкция и катализ ионами металлов.

Клеточная деструкция.

Содержание лекционного материала **модуля 6** включает знакомство со следующим материалом:

Тема 6.1.

История и проблемы развития культивирования животных клеток; становления и развития клеточных технологий.

Источники и типы клеток.

Тема 6.2.

Техника ведения клеточных культур.

Выбор питательных сред и субстратов для культивирования животных клеток.

Клеточные линии: ограниченные и постоянные.

Источники клеток: первичные клетки. Стволовые клетки и источники их выделения.

Типы культивационных систем для периодических и проточных культур клеток.

Тема 6.3.

Клеточные технологии и тканевая инженерия.

Принципы и основные подходы.

Материалы, примененные для изготовления клеточных матриксов.

Методы конструирования дву- трехмерных матриксов из различных типов биоматераилов с применением техники испарения растворителя, контактного прессования, экструзии.

Методы получения пористых матриксов.

Содержание лекционного материала **модуля 7** включает знакомство со следующим материалом:

Тема 7.1.

Принципы работы в клеточной лаборатории и основные правила асептики.

Оборудование, необходимое для работы с клеточными культурами. Системы и условия, необходимые для роста клеточных культур.

Культивирование клеток и тканей беспозвоночных.

Культивирование клеток человека.

Органная культура.

Тема 7.2.

Потенциал клеточных технологий для лечения сердечно-сосудистой системы; реконструкции тканей пораженных внутренних органов, твердой и мягких тканей; суставов, мышечной ткани.

Содержание лекционного материала **модуля 8** включает знакомство со следующим материалом:

Тема 8.1.

Новейшие клеточные технологии:

Клонирования животных.

Гибридизация животных клеток.

Гибридомная техника.

Методы трансплантации ядер. Перспективы использования метода.

Тема 8.2.

Стволовые клетки. История вопроса.

Перспективы использования стволовых клеток в биологии и медицине.

Принципы проведения клеточной терапии с применением стволовых клеток.

Этические проблемы.

Процесс передачи новых технологий в клиническую практику.

Изучение теоретического материала проводится студентами по конспектам прослушанных лекций и разработанным конспектам лекций в электронном виде, представленным в качестве гипертекстового ресурса, который имеет сопровождение в виде демонстрационных презентаций для каждой главы и темы курса. Использование этих материалов следует настоятельно рекомендовать студентам при самостоятельном изучении разделов дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии». Иллюстративный материал в виде слайд-лекции (презентации) содержит учебный материал в разнообразных формах и включает не толькоключевые тексты и формулировки, но также таблицы, графики, фотоматериалы, видео- и аудиоматериалы. Использование студентами слайд-лекции при самостоятельном изучении теоретического материала позволяет получить более детальную информацию о предмете. Это создает благоприятные условия для понимания и усвоения изучаемого материала по данному курсу.

В соответствии с учебной программой в процессе освоения теоретического материала студенты заслушивают лекционный материал, подготовленный преподавателем, который сопровождается демонстрационной презентацией с использованием мультимедийной техники] и лицензионного ПО, закупленного по программе развития СФУ.

Презентация построена и структурирована с учетом модульного принципа; в ней дается содержание каждого модуля дисциплины и акцентируется внимание студентов по темам (разделам) лекционного материала. В заключение каждого модуля приводится перечень использованной лектором и рекомендованной студентам литературы.

Студентам рекомендуется, используя разработанные в рамках УМКД дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» методические указания по самостоятельной работе, заранее познакомиться с тематикой каждого последующего модуля и самостоятельно, освоив дополнительный теоретический материал по списку рекомендованных учебных и научных источников, а также с использованием МУ по самостоятельной работе, приходить на лекции подготовленными к восприятию нового материала.

После прочтения лекции студентам рекомендуется самостоятельно воспроизвести ее содержание в виде конспекта с необходимыми схемами, основными определениями и выводами формул. В комплекте банка тестовых заданий в конце каждого раздела курса (модуля) приведены вопросы для самоконтроля усвоения материала, на которые студент должен ответить. После каждой темы помещены тестовые программы, используя которые обучаемый легко сможет понять, какой из изученных параграфов требует дополнительной проработки.

В конце семестра на консультациях основное внимание нужно уделить изучению наиболее сложных вопросов курса и теоретическому обоснованию основных понятий и подходов, используемых в клеточной и тканевой инженерии. Студентам рекомендовано приходить на эти занятия подготовленными, предварительно изучив материал лекций и проработав основную и дополнительную литературу.

Если при прочтении лекции возникают вопросы, студент может проконсультироваться у преподавателя по электронной почте или на периодических очных консультациях. Рекомендуется проводить заочное общение с преподавателем (с помощью электронной почты, форумов в образовательно-информационной среде на сайте ИФБиБ СФУ).

К учебно-методическим материалам института Института фундаментальной биологии и биотехнологии (ИФБиБТ) студенты имеют доступ через сайт официальный сайт института - <http://bio.sfu-kras.ru/>, раздел «Образование», учебно-методические материалы в электронном виде – <http://bio.sfu-kras.ru/?page=482>.

Студентам обеспечен свободный доступ к личному кабинету преподавателя на сайте Института фундаментальной биологии и биотехнологии (http://bio.sfu-kras.ru/?page=498). В личном кабинете размещаются презентации, учебно-методические материалы, промежуточные задания и вопросы к экзамену. Так же в личном кабинете организуется обмен материалами и консультации при самостоятельной работе студентов и выполнении практических заданий и подготовке презентаций.

Наиболее успешным и заинтересованным студентам, обучающимся по данной дисциплине, предоставляется возможность включиться в научные исследования в рамках выполнения курсовых, дипломных работ, подготовки диссертаций бакалавров и магистров в лабораториях СФУ и академических институтов Красноярского научного центра, оснащенных новейшим научным оборудованием и приборами.

**7. СТРУКТУРА И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ   
ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА**

Цель цикла лабораторных работ, сопровождающего лекционный курс «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии», – дать знания и представления о методологии новейших направлений биотехнологической науки и практики, интегрирующих потенциал биомедицинского материаловедения, клеточных культур и технологий, тканевого инжиниринга, наиболее перспективных технологиях реконструктивной биомедицины.

Цикл лабораторных работ «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» направлен на формирование у студентов представлений о возможностях и уровне медицинского материаловедения, методах и потенциале клеточных технологий.

Цикл включает следующие разделы:

Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии».

Полимеры медико-биологического назначения.

Методы изучения материалов биомедицинского назначения.

Биология клетки в культуре. Культивирования животных клеток.

Технология ведения клеточных культур.

Новейшие клеточные технологии.

Теоретический материал, который получают и усваивают студенты на лекциях и в ходе самостоятельной работы с учебной и научной литературой, закрепляется при выполнении лабораторных работ. Для дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» разработан лабораторный практикум, который включает серию работ по различных разделам (модулям) дисциплины (табл. 4), реализуемым в ходе выполнения и защиты лабораторных работ.

Таблица 4

Содержание и трудоемкость цикла лабораторных работ по дисциплине

«Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Номер раздела  дисциплины | Наименование и содержание лабораторных работ |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | **Модуль 1**  **Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии** | **Тема 1.1.Знакомство с классификацией полимерных материалов биомедицинского назначения**  Цель работы – сформировать у студентов представления о кардинальном отличии биоматериалов от синтетических пластиков; способах синтеза, переработке, областях применения. В ходе работы студенты знакомятся с коллекциейобразцов биоматериалов, описанием их свойств и областями применения: изучают образцы полимерной продукции биомедицинского назначения |
| 2 | **Модуль 2**  **Материалы медико-биологического назначения** | **Тема 2.1.Получение высокоочищенных образцов полимеров; измельчение, стерилизация**  Цель работы – дать знания о необходимости и методах выделения и очистки биоматериалов и подготовке материала для переработки в изделия. В ходе работы студенты знакомятся с серией образцов биопластиков разной степени очистки, органолептически и спектрофотометрически определяют плотность полимерных вытяжек (регистрирующий спектрофотометр Uvicon-943, Италия), полученных от разных образцов; а также сдвиг рН-вытяжек – как показатель миграции в водную среду примесей. С использованием шаровой мельницы далее производят измельчение и гомогенизацию образцов биопластика для последующей переработки в изделия. Образцы биопластика подвергают стерилизации автоклавированием, в суховоздушном термостате при 105 оС и с использованием раствора этанола. Итог работы – приобретение навыков пробоподготовки образцов биоматериала, которые будутиспользованы на последующих занятиях |

Продолжение табл. 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 2 |  | **Тема 2.2.Обработка и переработкаполимерных материалов в специализированные изделия биомедицинского назначения.Прямое компрессионное формование.Экструзия**  Цель работы – ознакомление со способами переработки биоматериалов в трехмерные матриксы, пригодные для культивирования клеток. С использованием электронных весов студенты готовят навески измельченных образцов биопластика; далее на автоматизированном лабораторном прессе (фирмы Cаlver, США)прямой компрессией с использованием пресс-форм разных размеров получают плотные объемные полимерные матриксы.Второй способ переработки полимеровзаключается с работой расплавов. Студенты знакомятся с устройством и принципом работыспециализированного мини-экструдера (фирмы «Брабендер», Германия), загружают в установку измельченные образцы биопластика и получают из расплаваобъемные матриксы в виде прутка, трубочки, пластины. Итог работы – ознакомление с методами переработки полимеров из порошков и расплавов, приобретение необходимых навыков для реализации методов и получения изделий  **Тема 2.3.Получение двухмерных матриксов**  Цель работы – освоениеметодов приготовления гомогенных растворов биопластика, пригодных для получения пленочных плотных и пористых матриксов функционирующих клеток. Студенты готовят серию растворов собственнополимера и растворов с добавлениемпластификаторов (ПВА, ПЭГ) и наполнителей (сахароза, хлорид натрия). Далее реализуют принцип получения пленок поливом из раствора на поверхность и технику выщелачивания наполнителя. В результате осваивают методы полученияклеточных матриксов разных типов (плотных и пористых) и получают серию матриксов для дальнейшей работы  **Тема 2.4**.**Изучение свойств поверхности клеточных матриксов**  Цель работы – знакомство с методами изучения основных свойств поверхности матриксов. В ходе работы студентыизмеряют краевые углы смачиваемости водой (на поверхность матриксов автоматической пипеткой наносятся капли СФБ), с использованием автоматизированной системы обработки изображений проводится измерение краевых углов смачивания(θ, град) поверхности плотных и пористых матриксов. Далее сиспользованием уравнений Де Жена проводят расчеты ключевых характеристик матриксов: определение свободной поверхностной энергии (γS), свободной энергии межфазовой поверхности(γSL ), величины сил сцепления (*W*SL ) (эрг/см2); по результатам расчетов проводится оценка адгезионных и биосовместимых свойств матриксов |

Продолжение табл. 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 2 |  | **Тема 2.5.Приготовление трехмерныхпористых матриксов функционирующих клеток**  Цель получение объемных функционирующих матриксов – инкубаторов (scaffolds) для длительного культивирования клеток in vitro и in vivo. С использованием растворов биопластикапроводится модификация и армирование коллагеновой губки. При этом варьируются: плотность полимерного раствора, время экспонирования губки в растворе. После высушиванияполученных образцов производится взвешивание и цифровое фотографирование. Часть образцов передается для подготовки проб и электронно-микроскопи-ческих исследований тонкой структуры матриксов  **Тема 2.6. Определениепористости и влагоемкости матрикса**  Цель работы – обучение студентов методам изучения тонкой структуры матриксов и определенияфизико-механических характеристик.Студенты посещают ЦККП СФУ, знакомятся с техникой сканирующей электронной микроскопии; получают серию снимков матриксов. Проводится сравнительное определение пористости, влагоемкости матриксов. Часть матриксов размещается в термостате в биологических средахдля тестировани*я* стабильности |
| 3 | **Модуль 3**  **Методы изучения материалов биомедицинского назначения** | **Тема 3.1. Знакомство с системой тестирования биологической безопасности материалов и изделий для медицины**  Цель – знакомство студентов с системой тестов (ГОСТ Р ИСО 10 993), принятой в настоящее время в России, США и странах ЕС. Студенты изучают основные разделы стандарта и получают знания о существующей международной системе биостестирования материалов и изделий биомедицинского назначения  **Тема 3.2.Санитарно-химические исследования**  Цель – ознакомить с методами первого этапа биотестированияматериалов и изделий, предназначенных для биомедицины.В ходе работы с использованием экстрактов биопластика проводится анализ наличия вводных вытяжках возможных продуктов миграции (мономеров, образующих полимер), органических веществ (по бихроматной окисляемости), насыщенных органических соединений (по бромируемости вытяжек). Сопоставление полученных экспериментальных значений с предельно допустимыми нормами из стандарта ИСО  Р 10993 позволяет студентам оценить пригодность приготовленных ими матриксов для биомедицины |

Продолжение табл. 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 3 |  | **Тема 3.3. Испытания матриксов на токсичность**  Цель работы – освоение методов второго этапа тестирования биоматериалов:тестирование на цитотоксичность (на половых клетках крупного рогатого скота), гемолиз, острая токсичность при внутрибрюшинном введе­нии вытяжек мышам, раздражающий эффект (нанесение образцов водных вытяжек биопластика на кожу лабораторным животным (крысы, кролики). Результаты работы – оценка пригодности разработанных матриксов дляinvitro и vivoисследований |
| 4 | **Модуль 4**  **Тканевая реакция на имплантаты** | (Работы не предусмотрены) |
| 5 | **Модуль 5**  **Механизмы  биодеструкции имплантатов** | (Работы не предусмотрены) |
| 6 | **Модуль 6**  **Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии** | **Тема 6.1.** [**Знакомство с правилами работы на современномоборудовании, необходимомдля клеточных технологий**](http://www.ksu.ru/nilkto/cell/rasdel3/r3_p1.html) Цель – знакомство студентов с принципами работы, устройством и правилами работы в боксе-ламинаре 2-го класса защиты (фирмы Labconko, США) для ведения клеточных культур», СО2-инкубатора (фирмы Labconko, США), инвертированным микроскопом, низкотемпературным морозильником для хранения банка культур (фирмыBrucwek, США) . Требованиями к спецодежде и правилам безопасной работы с клеточными культурами.Цель работы – усвоение правил работы с клеточными культурами и пользованием специализированным оборудованием  **Тема 6.2.Посуда в клеточной лаборатории и питательные среды. Приготовление питательной среды для пересева клеток**  Цель работы – приобретение знаний охарактеристике и специфике посуды и культуральных сред для выращивания животных клеток, обучение технологии подготовки посуды и правилам стерильной работы для приготовления культуральных сред. Студенты получат знанияпо технологии приготовления сред, наборе необходимых реагентов. Бессыворотныесреды и среды с применением сыворотки,роль сыворотки, гормонов и других факторов для выращивания и дифференцировки клеток. Будут приготовлены посуда и среда для выделения и культивирования клеток |

Продолжение табл. 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 6 |  | **Тема 6.3.Пересев клеток. Окраска и подсчет клеток. Фотографирование**  Цель – приобретение знаний и навыков культивирования клеток. Будет взята клеточная линия (на примере суспензионной культуры фибробластов мыши), произведена процедуразасева среды клетками. Через 1–2 часа – произведена окраска клеток и подсчет, фотографирование.Выполнение работы и анализ результатов призваны научить основным методам и приемам ведения клеточных культур |
| 7 | **Модуль 7**  **Специфика технологии ведения клеточных культур** | **Тема 7.1. Получение первичной культуры**  Цель – получение знаний и навыков об источникахполучения и технике ведения органной культуры. Выбор источника ткани. В процессе работы будет получена суспензионная культура фибробластов (например, из кусочков тканикожных покровов). Будут засеяны культурой пластиковые культуральные планшеты, а также пленки из биопластика, приготовленные студентами ранее. Культуры будут помещены в гумидную среду в СО2-инкубатор. На следующем занятии будет произведено микроскопирование культур с применением инвертированного микроскопа и оценена адгезия и количество клеток на разных подложках (матриксах)  **Тема 7.2.Введение в инжиниринг тканей**  Цель – обучение студентов основам клеточной и тканевой инженерии. Знакомство с типамиклеточных каркасов (матриксов) и протоколами ведения клеточных культур разных типов. В ходе экспериментальной работы будутпроанализированы результаты культивирования клеток, посеянных в ходе предыдущей работы. Будет проведено окрашивание клеток трипановым синим с последующим микроскопированием и подсчетом живых и мертвых клеток. По результатам будет дана оценка биосовместимости и свойств матриксов  **Тема 7.3.Определение интенсивности клеточной пролиферации в тесте с 3-(4,5-диметилтиазол)-2,5-дифенил тетразолиум бромидом (ММТ-тест).ММТ-тест – это современная колориметрическая тестовая система оценки физиологической активности и интесивности пролиферации клеток invitro**  Цель – обучение тесту определения интенсивности клеточной пролиферации и оценки биосовместимости и функциональных свойств клеточных матриксов разных типов, втом числе полученных студентами из экспериментальных образцовбиопластика |

Окончание табл. 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | **Модуль 8**  **Новейшие клеточные технологии** | **Тема 8.1.Техника выделения мезенхимальных стволовых клеток костного мозга (МСК)**  Цель – дать знания о принципах выделения, источниках ведения и использования в тканевом инжиниринге стволовых клеток. Работа предполагает проведение процедуры выделения стволовых клеток из костного мозгалабораторных крыс.Будет выделен костный мозг из большеберцовой кости умерщвленного животного, проведены все необходимые процедуры для получения первичной культуры. В состав среды будут добавлены компоненты для дифференцировки МСК в клетки остеобластического ряда. Культивирование будет проведено в течение нескольких суток с ежедневной заменой среды  **Тема 8.2. Анализ адгезии клеток на матриксе**  Цель работы – демонстрация потенциала МСК и возможностей технологии ведения культуры для получениянужного типа клеток. Полученный монослой клеток после трипсинизации будет подвергнут окрашиванию, подсчетуклеток и анализу фенотипа. С использованием теста на щелочную фосфатазу (маркер дифференцировки остеобластов) будет подтверждена природа полученных из МСКклеток.В результатевыполнения этой работы будут получены знания и приобретены навыки технологии получения клеточных линий из стволовых клеток |

Вметодических указанияхк лабораторном работам обозначены цель и задачи по каждому модулю:

**Модуль 1.** Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»

*Цель*:дать представление о классификации, многообразии и типах полимерных материалов, применяемых в биомедицинских областях, и требованиях, предъявляемых к ним.

*Задачи***:**

* знакомство с типами полимерных материалов, применяемых в биомедицине (реконструктивной хирургии, тканевой инженерии, фармакологии);
* обучение приемам и методам, необходимым для оценки пригодности материалов для биомедицины.

**Модуль 2**. Материалы медико-биологического назначения

*Цель*: освоение методов получения высокоочищенных образцов полимерных материалов, переработки в специализированные изделия в виде двух- и трехмерных матриксов и конструкций и изучение их свойств.

*Задачи***:**

* обучить технике экстракции и очистки полимеров, измельчения и стерилизации;
* ознакомить с принципамисовременных технологий по переработке полимеров в изделия биомедицинского назначения (компрессионное формование полимеров из порошков и расплавов);
* освоить методы испарения растворителя для получения двумерных матриксовв виде гибких пленок и мембран;
* освоить методы изучения свойств поверхностей полимерных матриксов;
* познакомить с методами получения из полимеров плотных и пористых трехмерных матриксов в виде губок.

**Модуль 3.**Методы изучения материалов биомедицинского назначения

*Цель*: дать представление о требованиях, предъявляемых к материалам и устройствам для медицины и методах оценкибиологической безопасности.

*Задачи***:**

* познакомить с системами тестирования биоматериалов и устройств биомедицинского назначения, принятыми в России, США и странах ЕС;
* обучить приемам и методам, необходимым для оценки пригодности материалов для биомедицины.

**Модуль 4.**Тканевая реакция на имплантаты

Лабораторные работы не предусмотрены.

**Модуль 5.**Механизмы биодеструкции имплантатов

Лабораторные работы не предусмотрены.

**Модуль 6.**Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии

*Цель:* дать представление о требованиях, предъявляемым к условиям, помещению, оборудованию, материалам и средам для ведения клеточных культур.

*Задачи***:**

* + познакомить с современным культуральным оборудованием;
* обучить специфическим приемам и методам, необходимым для работы с культурами клеток.

**Модуль 7.**Специфика технологии ведения клеточных культур

*Цель*: дать представление о клеточных технологиях, условиях, необходимых для получения биологически активного материала.

*Задачи***:**

* познакомить с процедурами получения первичной культуры оборудованием;
* обучить специфическим приемам и методам, необходимым для работы с культурами клеток.

**Модуль 8**.Новейшие клеточные технологии

*Цель:* дать представление об условиях, необходимых для выделения стволовых клеток из биологических тканей; принципах получения стволовых клеток.

*Задачи***:**

* познакомить с процедурой выделения клеток из костного мозга (МСК);
* обучить специфическим приемам и методам, необходимым для ведения стволовых клеток из МСК.

В методических указаниях каждой лабораторной работе предшествует теоретический раздел, дающий представления о конкретной методике, способе и технологии. Студентам рекомендовано заранее осваивать методические указания и знакомиться с целью, задачами и теоретическим описанием предстоящей работы.

После проверки преподавателем степени теоретической подготовки студентов и разъяснения хода лабораторной работы студенты самостоятельно выполняют работу, при необходимости консультируются с преподавателем. После выполнения работы студенты заносят полученные экспериментальные результаты в таблицы, обрабатывают результаты, получая искомые зависимости и величины, строят графики.

На каждом занятии студенты защищают выполненные лабораторные работы, представляя результаты преподавателю, а также отвечают устно на вопросы, помещенные в конце каждой лабораторной работы.

Каждый раздел методических указаний для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»содержит рекомендации и необходимый список литературы для ознакомления.

Студент в ходе выполнения лабораторных работ обязан присутствовать на всех занятиях, выполнять и защищать все лабораторные работы. Оценка качества выполнения и оформления лабораторных работ, ответы на вопросы служат показателем результативности учебы и необходимы для допуска студентов к экзамену по дисциплине.

### База для проведения лабораторных занятий включает: современные комплексы лабораторного оборудования для получения и переработки полимеров; аналитическое оборудование для определения структуры и физико-химических свойств полимеров; приборы для получения из полимеров специализированных изделий, тестирования биологической безопасности; для ведения клеточных культур (см. конкретные работы в лабораторном практикуме).

Для выполнения лабораторных работ по учебной дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» используется оборудование, которым укомплектован Центр коллективного пользования приборами, лаборатории и кафедры Института фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ и Института биофизики СО РАН:

1. Высокоскоростная центрифуга AvantiJ-26XPI фирмы «BeckmanInt.» (США)

2. Лабораторные весы «Adventurer» ™ OH – AR2140 (США).

3. Роторный вакуумный испаритель RotovaporR 2000/250 фирмы «Büchе» (Швейцария).

4. Лабораторный вертикальный автоклав фирмы «Sanyo» MLS-3781L (Япония).

5. Вытяжной шкаф «LABCONCO» (США) (серия 070976143V).

6. Термостат модель BD-115, «BINDER» (Германия).

7. Хроматомасс-спектрометрAgilent 5975Inert, фирмы «Agilent»(США).

8. Система гель-проникающей хроматографии «Waters Alliance GPC 2000 Series» фирмы «Waters» (США) с набором полистериновых стандартов.

9. Сухожаровой шкаф BinderGmbH (Германия).

10. Стационарный pH-метр фирмы «Sartorius» (Германия).

11. Хроматограф для гель-проникающей хроматографии WatersBreezeSystem, фирмы «Waters» (США)

12.Автоматический лабораторный пресс Сalver 3887/4SDOBOI (США).

13. Лабораторный мини-экструдер Brabender® E 19/25 D (Германия).

14. Лабораторная система PDS 2010 Labcoter™для нанесения полимерных покрытийи влагозащиты фирмы «Labcoater» (США).

15. Ультразвуковой гомогенизаторSonicator 3000 фирмы «MisonixIncor» (США).

16. Электрическая верхнеприводная мешалка фирмы « Heidolph».

17. Универсальная электромеханическая испытательная машина «Инстрон 5565, 5KN» фирмы«Instron» (Великобритания).

18. Термоупаковочная машина NS 1000 фирмы«HowoGmby» (Германия).

19. Стерилизующая система SterradNX фирмы«Johnson&Johnson» (США).

20. ИК-Фурье-спектрометр «инфралюм ФТ-02» (Россия).

21. Дериватограф СТА – STA 449 Jupiter фирмы NETZSCH (Германия).

22. Вертикальный низкотемпературный морозильник фирмы «NewBrunswickscientific» (США).

23. СО2-инкубаторфирмы «New Brunswick Scientific» (США).

24.Бокс-ламинар биологической безопасности фирмы «LABCONCO» (США).

25. Инвертированный микроскопфирмы «ЛОМО» (Россия).

26. Центрифуга настольная Centrifuge 5810 R фирмы «Eppendorf» (США).

27. Дезинфекционно-моечный автомат G 7883 CDфирмы«LABCONCO» (США).

28. Автоматический автоклав фирмы «Sanyo» MLS-3781L (Япония).

В ходе освоения дисциплины студенты знакомятся с современным научным оборудованием, закупленным по программе развития СФУ, и активно его используют в ходе выполнения лабораторных работ и научных исследований.

В каждом разделе методических указаний к лабораторному практикуму обозначены цель и подробное описание используемого современного научного оборудования.

В учебном пособии по лабораторному практикуму теоретический раздел, дающий представления о конкретной методике, способе и технологии предшествует описанию экспериментальной части. Преподаватель должен рекомендовать студентам заранее осваивать методические указания и знакомиться с целью, задачами и теоретическим описанием предстоящей работы.

После проверки преподавателем степени теоретической подготовки и разъяснения хода лабораторной работы студенты самостоятельно выполняют работу, при необходимости консультируются с преподавателем. После выполнения работы студенты заносят полученные экспериментальные результаты в таблицы, обрабатывают результаты, получая искомые зависимости и величины, строят графики. Выполненные лабораторные работы оформляются в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов и сдаются преподавателю в соответствии с графиком самостоятельной работы (прил. 3).

Каждому разделу учебного пособия для выполнения лабораторных работ по дисциплине даны рекомендации и необходимый список литературы для ознакомления. На каждом занятии студенты защищают выполненные лабораторные работы, представляя результаты преподавателю, а также отвечают устно на вопросы, помещенные в конце каждой лабораторной работы.

Преподаватель в ходе выполнения лабораторных работ обязан присутствовать на всех занятиях, выполнить и защитить все лабораторные работы. Оценка качества выполнения и оформления лабораторных работ, ответы на вопросы служат показателем результативности учебы и необходимы для допуска студентов к экзамену по дисциплине.

**8.СТРУКТУРА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Целью методических указаний по изучению курса является обеспечение эффективности самостоятельной работы студентов на основе усвоения материала курса лекций, выполнения лабораторных работ, подготовки рефератов и работы с литературой на основе рациональной организации ее изучения.

Задачи настоящих методических указаний по изучению дисциплины включают:

* активизацию самостоятельной работы студентов;
* содействие развитию творческого отношения студентов к учебе;
* выработку умений и навыков рациональной работы с литературой;
* обеспечение контроля за ходом самостоятельной работы студентов и ее результатами;
* управление познавательной деятельностью студентов.

Методические указания по самостоятельной работе с учебно-методическим комплексом дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» составлены в соответствии с проектом Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования 3-го поколения.

Актуальность и значимость учебной дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» основывается на том, что создание экологически чистых материалов с полезными свойствами остается одной из ключевых проблем современности. Наиболее актуален поиск специализированных биосовместимых материаловдля сформировавшегося в последние годы нового направления биоматериаловедения – клеточной и тканевой инженерии, – связанного с разработкой биоискусственных органов. Исследования в области новых биоматериалов являются одним из актуальных направлений, соответствуют задачам и уровню развития науки, технологий и техники РФ и перечню критических технологий Российской Федерации, в котором приоритетным направлением являются «Технологии создания биосовместимых материалов». Эти исследования реализуются на стыке медицины, химии высокомолекулярных соединений, биотехнологии, биофизики, молекулярной и клеточной биологии и включают в себя следующие взаимосвязанные задачи:

1) разработку новых материалов, методов их модификации и переработки их в специализированные изделия биомедицинского назначения;

2) изучение механизма взаимодействия биоматериалов с кровью и тканями; оценку физико-химических и медико-биологических свойств биоматериалов и изделий из них;

3) экспериментальное исследование и обоснование для применения новых материалов и изделий.

В Программе дисциплины выделен раздел для самостоятельного изучения теоретического материала. Изучение теоретического материала проводится по лекциям, прослушиваемым студентами в аудитории, а также представленным в электронном виде. Теоретический материал осваивается студентами не только на лекциях, но также и в ходе самостоятельной работы.

В этом разделе учебной программы также реализуется модульная система. Для этого по каждому модулю дисциплины обозначено, кто выдает и проверяет выполненную работу, даны конкретные темы для самостоятельного изучения и ссылки на рекомендованную литературу с указанием конкретных глав (табл. 5).

Таблица 5

| **№**  **п/п** | **Номер раздела**  **дисциплины** | **Темы для самостоятельной работы** |
| --- | --- | --- |
| 1 | **Модуль 1**  **Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»** | **Тема 1.1.**Актуальность и потребности в новых биоматериалах  **Тема 1.2.**Классификация современных биоматериалов  **Тема 1.3.**Синтетические и природные полимеры  **Тема 1.4.**Матриксы функционирующих клеток; особенности конструирования, основные требования |
| 2 | **Модуль 2**  **Материалы медико-биологического назначения** | **Тема 2.1.** Понятие биосовместимости материалов и имплантатов  **Тема 2.2.**Специфика гемосовместимых тромборезистентных биоматериалов  **Тема 2.3.**Требования, предъявляемые к материалам, предназначенным для контакта с кровью  **Тема 2.4.**Биосинтез биоразрушаемых полимерных материалов синтетического ибиологического происхождения. Потребности и перспективы применения  Подготовка реферата по тематике модуля |
| 3 | **Модуль 3**  **Методы изучения материалов биомедицинского назначения** | **Тема 3.1.**Международная система тестирования биоматериалов  **Тема 3.2.** Принципы и методы санитарно-химических исследований биоматериалов  **Тема 3.3.** Принципы и методы оценки цитотоксичности *invitro* и токсикологических свойств *invivo* |
| 4 | **Модуль 4**  **Тканевая реакция на имплантаты** | **Тема 4.1.**Механизм взаимовлияния в системе «имплантат-ткани макроорганизма» *in vivo.*  **Тема 4.2.**Характеристика стадий реакции тканей на имплантацию: посттравматического воспаления, образования фиброзной капсулы, инволюции капсулы. |
| 5 | **Модуль 5**  **Механизмы биодеструкции имплантатов** | **Тема 5.1.**Особенность реакции тканей на инородное тело при имплантировании биорезорбируемых имплантатов и устройств  Подготовка реферата |
| 6 | **Модуль 6**  **Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии** | **Тема 6.1.**Культуры клеток, техника и методы ведения  **Тема 6.2.**Определение жизнеспособности клеток и процессов гибели по типу некроза и апоптоза |
| 7 | **Модуль 7**  **Специфика технологии ведения клеточных культур (6)** | **Тема 7.1.**Необходимое оборудование и правила безопасной работы с клеточными культурами  **Тема 7.2.**Типы культуральных сред для ведения клеточных культур  **Тема 7.3.** Моно- и полислойные культуры. Принципы инженерии тканей *in vitro* |
| 8 | **Модуль 8**  **Новейшие клеточные технологии(6)** | **Тема 8.1.**Источники выделения стволовых клеток. Этические проблемы  **Тема 8.2.** Методы получения, ведения и тестирования первичных культур |

Условием успешной профессиональной деятельности выпускника СФУ и его дальнейшего карьерного роста является его профессиональная мобильность, умение самостоятельно получать новые знания, повышать квалификацию.

Учебной программой дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» предусмотрено 44,4 %объема времени изучения материала на самостоятельную работу студентов. Данный вид работы является обязательным для выполнения. При самостоятельном выполнении различных видов заданий студент учится принимать решения, разбирать и изучать новый материал, работать с периодической научной литературой.

Самостоятельная работа по курсу «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» включает:

* самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы;
* подготовку к выполнению и защите лабораторных работ;
* написание и защиту рефератов;
* самотестирование.

Самостоятельное изучение теоретического материала планируется по разделам курса 1–8 (п.п. 3.1 и 3.2), содержание и количество часов на освоение теоретического материала указаны в табл. 5.

При самостоятельном изучении теоретического курса студентам необходимо:

1. Самостоятельно изучить темы теоретического курса в соответствие учебной программой дисциплины.

2. Подготовить устные ответы на контрольные вопросы, приведенные после каждой темы в методических указаниях по выполнению самостоятельной работы по курсу «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии».

Изучение теоретического материала проводится студентами по конспектам прослушанных лекций и разработанным конспектам лекций в электронном виде, представленных в качестве гипертекстового ресурса, который имеет сопровождение в виде демонстрационных презентаций для каждой главы и темы курса. Использование этих материалов настоятельно рекомендуется при самостоятельном изучении разделов дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии».

Иллюстративный материал в виде слайд-лекции (презентации) содержат учебный материал в разнообразных формах и включает не только ключевые тексты и формулировки, но также таблицы, графики, фото-материалы, видео- и аудиоматериалы. Использование студентами слайд-лекции при самостоятельном изучении теоретического материала позволяет получить более детальную информацию о предмете. Это создает благоприятные условия для понимания и усвоения изучаемого материала по курсу.

Помимо основного материала компоненты учебно-методического комплекса «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» позволяют получить дополнительную информацию, которая касается изучаемого предмета и методико-организационных моментов обучения. Для этого в структуре УМКД дисциплины дан список основной и дополнительной учебной и научной литературы, которые соотнесены с конкретными разделами дисциплины. Для самостоятельной работы по освоению теоретического материала также дан список литературы по модулям дисциплины.

Усвоение и закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала, осуществляется при самостоятельном изучении дополнительных источников информации, ссылки на которые даны в дополнительно используемых источниках. Однако приступать к ознакомлению с содержанием дополнительных информационно-справочных материалов следует только после изучения соответствующего материала лекций, а также демонстрационных презентаций соответствующих глав и тем курса. Изучение рекомендованной дополнительной учебной и научной литературы позволит получить более полное представление о методологии и возможности современной и новейшей биотехнологии; ознакомиться с описанием имеющихся промышленных биотехнологий, рынком и областями применения биотехнологических продуктов. Самостоятельная работа способствует развитию таких необходимых навыков, как решение поставленной перед студентом задачи, сбор и аналитический анализ литературных данных, умение сделать обоснованное заключение.

После прочтения лекции студентам рекомендуется самостоятельно воспроизвести ее содержание в виде конспекта с необходимыми схемами, основными определениями и выводами формул. В комплекте тестов в конце каждого раздела курса (модуля) приведены вопросы для самоконтроля усвоения материала, на которые студент должен ответить. После каждой темы помещены тестовые программы, отвечая на вопросы которых обучаемый легко сможет понять, какой из изученных параграфов требует дополнительной проработки.

В конце семестра на консультациях основное внимание будет уделяться изучению наиболее сложных вопросов биотехнологии и теоретическому обоснованию основных понятий и подходов, используемых в биотехнологии. Студентам рекомендовано приходить на эти занятия подготовленными, предварительно изучив материал лекций и проработав основную и дополнительную литературу.

При самостоятельном изучении теоретического материала следует обратить внимание на следующие темы:«Классификация современных биоматериалов» (модуль1); «Механизм взаимовлияния в системе «имплантатткани макроорганизма» *in vivo* (модуль 4); «Особенность реакции тканей на инородное тело при имплантировании биорезорбируемых имплантатов и устройств» (модуль 5); «Определение жизнеспособности клеток и процессов гибели по типу некроза и апаптоза» (модуль 6); «Моно- и полислойные культуры. Принципы инженерии тканей *in vitro*» (модуль 7); «Источники выделения стволовых клеток» и «Методы получения, ведения и тестирования первичных культур» (модуль 8). По этим темам студентам рекомендуется пользоваться научной литературой, собранной на базовой кафедре биотехнологии, которая представлена циклом статей в центральных российских и зарубежных журналах, а также монографическими изданиями, опубликованными ведущими специалистами кафедры.

В ходе самостоятельной работы, если при прочтении лекции возникают вопросы, студент может проконсультироваться у преподавателя по электронной почте или на периодических очных консультациях. Рекомендуется проводить заочное общение с преподавателем (с помощью электронной почты, форумов в образовательно-информационной среде на сайте ИФБиБТ СФУ).

Наиболее успешным и заинтересованным студентам, обучающимся по данной дисциплине, предоставляется возможность включиться в научные исследования в рамках выполнения курсовых, дипломных работ, подготовки диссертаций бакалавров и магистров в лабораториях СФУ и академических институтов Красноярского научного центра, оснащенных новейшим научным оборудованием и приборами.

**8.1. Методические рекомендации по подготовке рефератов**

Самостоятельная работа предусматривает подготовку рефератов, темы которых студентов дает преподаватель.

Рекомендации по написанию реферата и других письменных работ призваны организовать самостоятельную работу студента и помочь ему выполнить требования, предъявляемые кафедрой.

В процессе выполнения реферата у студента должны сформироваться следующие компетенции:

* применение методов научного познания;
* анализ различных фотобиологических явлений и процессов в биологических системах различной сложности;
* владение методологией обучения, постановки и разрешения проблем;
* способности к самоорганизации, организации и планированию;
* навыки работы с компьютером, умение использовать современные информационные технологии (справочные системы, Интернет и др.) для получения доступа к источникам информации, хранения и обработки данных;
* навыки управления информацией и приемы информационно-описательной деятельности;
* навыки грамотной письменной и устной речи.

Написание реферативного исследования требует самостоятельности и творческого подхода. Основной целью работы является раскрытие одной из тем, предложенных преподавателем или выбранных самим студентом, по согласованию с преподавателем. Основа реферата выполняется с использованием учебной и научной литературы и обязательно подкрепляется материалами из научных статей журналов, которые доступны на сайтах научных баз данных, поисковых систем, издательств, в том числе и на сайте научной библиотеки СФУ (www.lib.sfu-kras.ru).

Тему реферата студент выбирает самостоятельно из представленных ниже (или предлагает свою) и утверждает у преподавателя в течение первых двух недель обучения:

1. Основные этапы становления и развития биомедицинского материаловедения.
2. Потребности в биоматериалах медицины и требования, предъявляемые к ним.
3. Керамики, металлы, композитные материалы. Способы переработки. Области применения.
4. Представление и методология в потенциале клеточных технологий.
5. Тканевая инженерия: история возникновения и формирования, области применения.
6. Понятие биосовместимости. Методы тестирования биологической безопасности новых биоматериалов.
7. Физико-химические методы, позволяющие оценить возможные способы переработки высокомолекулярных соединений в специализированные изделия.
8. Необходимые свойства клеточных матриксов для эффективного прикрепления и пролиферации клеток.
9. Источники клеток, методы выделения из биологических тканей.
10. Принципы ведения клеточных культур in vitro.
11. Стволовые клетки. История вопроса. Особенности физиологии роста и дифференцировки.
12. Питательные среды и оборудование для ведения клеточных культур.
13. Клеточные культуры, типы способов культивирования, применяемая аппаратура.
14. История формирования и потенциал тканевой инженерии; методология конструирования биоискусственных органов.
15. Особенности применения биоразрушаемых полимеров. Механизмы биодеструкции.
16. Процессы взаимодействия имплантатов и тканей invivo.
17. Этические проблемывыделения и применения стволовых клеток.
18. Реконструктивные технологии с применением стволовыхклеток.

В течение семестра необходимо подготовить и оформить 2 реферата каждому студенту. Первый реферат готовится после прослушивания лекций и освоения двух разделов дисциплины (модули 1, 2); второй реферат – после прослушивания лекций и освоения материала по модулям 3, 4 и 5.

Преподаватель, закрепляя за студентом тему реферата, выдает рекомендации по необходимой литературе, также предоставляя студенту самостоятельно провести поиск по базам данных в Интернете и в библиотеках.

###### Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов, объемом не менее 20 машинописных страниц.

Реферат включает следующие структурные элементы: *Титульный лист*, *Содержание, Введение, Обзор литературы*, *Заключение*, *Библиографический список, Приложения*. Подробное описание структуры реферата по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» представлены в методических указаниях по самостоятельной работе и организационно-методических указаниях по дисциплине.

###### Нормативные ссылки для оформления реферата:

ГОСТ 1.5–93 Государственная система стандартизации РФ. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов.

ГОСТ 2.105–95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.111–68 Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль.

ГОСТ 6.38–90 Унифицированные системы документации. Система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов.

ГОСТ 7.1–84 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления.

ГОСТ 7.9–95 (ИСО 214—76) Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования.

ГОСТ 7.12–93 Система стандартов по информации, библиотечному   
и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила.

ГОСТ 7.54–88 Система стандартов по информации, библиотечному   
и издательскому делу. Представление численных данных о свойствах веществ и материалов в научно-технических документах. Общие требования.

ГОСТ 8.417–81 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин.

ГОСТ 13.1.002–80 Репрография. Микрография. Документы для съемки. Общие требования и нормы.

ГОСТ 15.011–82 Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок проведения патентных исследований.

ГОСТ 9327–60 Бумага и изделия из бумаги. Потребительские форматы.

Титульный лист оформляется аналогично титульному листу курсовой работы: указывают наименование высшего учебного заведения; факультет, кафедру, где выполнялась работа; название работы; фамилию и инициалы студента; ученую степень и ученое звание, фамилию и инициалы преподавателя; город и год выполнения работы. Нумерация страниц реферата начинается с титульного листа, но номер на титульном листе не ставится.

Реферат должен содержать сведения об объеме отчета, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве частей отчета, количестве использованных источников; перечень ключевых слов; текст реферата.

Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой научно-технической проблемы, основание и исходные данные для разработки темы реферата.

Содержание, представляющее обзор и анализ литературы, включает введение, наименование всех разделов, подразделов, заключение, список использованных источников. В данном разделе излагаются теоретические основы по выбранной тематике. Изложение должно вестись в форме теоретического анализа проработанных источников применительно к выполняемой теме логично, последовательно и грамотно. При необходимости данный раздел может состоять из отдельных подразделов. Из содержания теоретического обзора должно быть видно состояние изученности темы в целом и отдельных ее вопросов.

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам анализа литературы в ходе раскрытия заданной темы.

Реферат должен сопровождаться библиографическим списком, который составляют в соответствии с ГОСТ 7.1−2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

Электронные презентационные материалы (ЭПМ) разрабатываются как средство сопровождения общения докладчика с аудиторией, при этом современные ЭПМ должны предоставлять докладчику возможность произвольно регулировать темп изложения материала, частоту смены слайдов, а также дополнять письменно или в устной форме сведения, представленные на слайдах. ЭПМ являются средством, предоставляющим возможность наглядного сопровождения образовательного и научного процесса с применением мультимедийных технологий, в том числе с использованием графических образов, что особенно важно при изучении дисциплины, поскольку появляется возможность понять на молекулярном уровне, например, с помощью специальных мультимедийных элементов, основные механизмы, лежащие в основе биологических процессов. С правилами применения интерактивных технических средств обучения при подготовке рефератов можно ознакомиться в практическим руководстве «Интерактивные технические средства обучения». При подготовке рефератов рекомендуется использовать лицензионное программное обеспечение СФУ, которое представлено в каталоге.

**8.2. Промежуточный контроль**

Промежуточный контроль (ПК) проводится в соответствии с графиком самостоятельной работы (прил.3). По дисциплине «Современные проблемы и методы биотехнологии» промежуточный контроль осуществляется с помощью Банка тестовых заданий, структура которого рассмотрена в разделе 4 учебной программы.

При составлении банков тестовых заданий для самотестирования (репетиционного тестирования) и для контрольного тестирования используется по 40% оригинальных тестовых заданий из общего банка тестовых заданий по дисциплине. 20% заданий используется одновременно в тестах для контроля и самотестирования. Таким образом, при контрольном тестировании студент получает (в среднем) 1 тестовое задание, пройденное в самотестировании, и 2 оригинальных тестовых задания.

Таблица 6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер теста ПК | Номера модулей, входящие в ПК | Общее количество тестовых заданий, выносящихся на ПК | Количество тестовых заданий в тесте ПК |
| 1 | 1–2 | 143 | 60 |
| 2 | 3–5 | 101 | 50 |
| 3 | 6–8 | 84 | 50 |

Общее время на подготовку ответов при тестировании – 60 мин.

Результат тестирования определяется по проценту правильно решенных заданий от общего количества заданий в тесте. Тест считается успешно пройденным, если студент правильно решил не менее 60% заданий.

Значение рейтинга по итогам тестирования определяется по формуле:

РТ=ЗЕ ∙ Д,

гдеРТ – рейтинг по итогам тестирования;

ЗЕ – количество зачетных единиц соответствующего промежуточного тестирования (табл. 5);

Д - доля решенных заданий.

К итоговой аттестации допускаются студенты, набравшие не менее 40 % от объема текущей аттестации и успешно сдавшие промежуточное тестирование.

**8.3. Реализация графика учебного процесса**

**и самостоятельной работы**

График учебного процесса и самостоятельной работы приведен в прил. 3; в нем обоснованы сроки выполнения всех видов аудиторных занятий (лекции, лабораторные работы) и самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала, излагаемого на лекциях, предусмотрено в течение 12 недель учебного семестра(прил. 1), материалов, не вошедших в лекционный курс (см.табл. 5)– на протяжении 12 недель. Указанные сроки соответствуют графику чтения лекций по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии», в графике учебного процесса на чтение лекции еженедельно предусмотрено 2 часа (общее число лекционных часов – 24).

Выполнение лабораторных работ по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» начинается с 1-й недели по 12-ю неделю 11-го семестра, кроме 7–8-й недели (так как модули 4–5 не предусматривают лабораторных работ).Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ начинается на 2-й неделе и заканчивается на 11-й.

Промежуточный контроль проводится на 4-й и 8-й неделях семестра.

Студенту необходимо помнить, что контрольные мероприятия по самостоятельной работе проводятся в форме защиты лабораторных работ, проверкой ведения конспектов лекций студентами, проведение промежуточного и итогового контроля. Преподаватель систематически оценивает самостоятельную работу студента.

График выполнения всех видов самостоятельной работы дан в прил. 1.

Теоретическое обучение, самоподготовка и самотестирование проводится регулярно в течение всего курса обучения, контроль за их проведением осуществляется в ходе текущего тематического тестирования (Т) и выполнения лабораторных работ (ЛР) каждую неделю в первом семестре и 1 раз в две недели во втором семестре.

Выдача заданий (ВЗ) и тем рефератов (ВРФ) происходит на 1–2-й неделе учебного процесса каждого семестра.

Итоговый контроль проходит по окончании обучения в форме экзамена.

**9. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ   
КРЕДИТНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ**

Принципы применения кредитно-рейтинговой системы в дисциплине, цели и задачи (в соответствии с Положением СФУ **Об организации учебного процесса в СФУ с использованием зачетных единиц (кредитов) и балльно-рейтинговой системы**, рассмотренном на Ученом совете 21 апреля 2008 г.). Данное положение разработано в соответствии с документами: приказом Минобразования России от 11.07.2002 № 2654 (О проведении эксперимента по введению рейтинговой системы оценки успеваемости), инструктивными письмами от 28.11.2002 14-52-988 ин/13 (О методике расчета трудоемкости ООП ВПО в зачетных единицах) и от 09.03.2004 № 15-55-357 ин/15 (О примерном положении об организации учебного процесса в вузе с использованием системы зачетных единиц), приказом Минобразования России   
от 20.05.2004№2274 (О реализации эксперимента по использованию зачетных единиц в учебном процессе), приказом Минобрнауки России от 13.06.2007 №172 (Об ОУ ВПО, участвующих в инновационной деятельности по переходу на систему зачетных единиц), Руководством пользователя ECTS/DS, Руководством по результатам обучения (Болонский процесс: середина пути / под науч. ред. В.М. Байденко. – М.: ИЦПКПС, Российский новый университет, 2005. – 379 с.).Положение учитывает опыт и результаты инновационной деятельности институтов, вошедших в состав СФУ. Организация учебного процесса с использованием системы зачетных единиц (з.е.)   
и балльно-рейтинговой системы (БРС) характеризуется следующими особенностями:

* использование Европейской системы переноса и накопления зачетных единиц (кредитов ECTS) и БРС для оценки успешности освоения студентами учебных дисциплин;
* использование основных инструментов ECTS: учебного договора «Learning agreement», программы курсов «Course Catalogue», зачетной книжки «Transcript of Records».

Накопительная система ECTS используется для учебной программы дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» для подготовки магистров на основе ее длительности 2 года – 120 кредитов. Трудоемкость всех видов учебной работы устанавливается в зачетных единицах (1 з.е. = 36 акад. часов в общей трудоемкости или 27 астрономических часов).

Зачетная единица (кредит) является условным параметром, рассчитываемым на основе реалистичных экспертных оценок совокупных трудозатрат среднего студента, необходимых для достижения целей обучения.

Рейтинговый регламент СФУ устанавливает следующее соотношение между оценками в баллах и их числовыми и буквенными эквивалентами   
(табл.6):

Таблица 6

##### Перевод баллов 100-балльной шкалы в их числовые коэффициенты

##### и буквенные оценки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценка  в 100-балльной шкале | Оценка  в традиционной шкале | Буквенные эквиваленты  оценок в шкале ECTS  (% успешно аттестованных) |
| 84–100 | 5 (отлично) | А (отлично) – 10%  В (очень хорошо) – 25%  С (хорошо) – 30%  D (удовлетворительно) – 25%  E (посредственно) – 10% |
| 67–83 | 4 (хорошо) |
| 50–66 | 3 (удовлетворительно) |
| 0–49 | 2 (неудовлетворительно) | FX – неудовлетворительно, с возможной пересдачей  F – неудовлетворительно, с повторным изучением дисциплины |

Студент считается аттестованным по дисциплине, если его средневзвешенная оценка за семестр составляет не менее 50 баллов. Максимальное количество баллов, которое студент может набрать за текущую и промежуточную аттестации (зачет, экзамен) по дисциплине в семестре, распределяется в пропорции:

* текущая работа – 50 баллов;
* промежуточная аттестация– 50 баллов.

В течение семестра студент должен, как правило, освоить дисциплины в объеме 30 зачетных единиц, включая 100 % зачетных единиц / Зачет. При успешной сдаче зачета (не менее 50 баллов) в зачетной книжке студента указывается: в графе «Часы» – текущая нормативная трудоемкость дисциплины в з.е., соотнесенная с зачетом; в графе «Зачет» – слово «Зачтено». При дифференцированном зачете, предусмотренном стандартом по направлению (специальности), в графе «Зачет» проставляется оценка в 100-балльной шкале (не менее 50 баллов) и через дробь – оценка в четырех балльной шкале. Экзамен**.** При успешной сдаче экзамена в зачетной книжке студента указывается: в графе «Часы» – вся нормативная трудоемкость дисциплины в з.е. в семестре; в графе «Оценка» – средневзвешенная оценка по дисциплине за семестр (не менее 50 баллов) через дробь – оценка в четырех балльной шкале).

Оценка в относительных единицах каждого студента при изучении дисциплины складывается из следующих составляющих:

1. Посещаемость лекций (22,4 %).

2. Выполнение и защита лабораторных работ (22,4 %).

3. Промежуточный контроль (2,6 %).

4. Подготовка и сдача рефератов (2,6 %).

5. Сдача экзамена (50 %).

Учитывая, что трудоемкость текущей работы составляет50%,каждому виду учебной работы присваивается следующая максимальная относительная оценка (соответствующая оценке «отлично» при общепринятой пятибалльной системе):

1. Посещение одной лекции – 1,3 %.

2. Выполнение и защита одной лабораторной работы – 1,3 %.

3. Один промежуточный контроль –0,65 %.

4. Подготовка и сдача реферата –1,3 %.

В зависимости от качества выполнения того или иного вида работы, отмечаются колебания оценки, которые отражаются виде рейтинга.

Документацией учета рейтинга является рабочая тетрадь студента, с которой он приходит на экзамен. В тетради на первой странице в таблице рейтинга регистрируются оценочные единицы. Далее в эту тетрадь заносятся отчеты о выполнении лабораторных работ по установленной форме.

Определение рейтинга в относительных единицах:

1. Выполнение и защита лабораторной работы. Критерием выполнения работы является полное соответствие требованиям согласно установленной форме и сдача преподавателю.

2. Промежуточный контроль. Оценка «отлично» соответствует 0,65 %, «хорошо» – 0,6 %, «удовлетворительно» – 0,55 %.

3. Реферат. Оценка «отлично» соответствует 1,3 %, «хорошо» – 1,2 %, «удовлетворительно» – 1,1 %.

В таблицу рейтинга вносятся максимальные и дифференцированные показатели по каждому модулю дисциплины, а также общий рейтинг студента за семестр. Сумма полученных баллов учитывается при сдаче экзамена. Высокий рейтинг студента (58–60 баллов) допускает получение итоговой отличной оценки без сдачи экзамена.

Студент и преподаватель в течение семестров контролируют успехи студента в освоении дисциплины, оценивая в баллах аудиторную и самостоятельную работу. Распределение оценочных показателей приведено в табл. 6.

Выдача задания на написание реферата производится на 1–2-й неделе 10-го семестра. Сдача и защита реферата осуществляются с 8-й по 14-ю неделю семестра.

Форма контроля – экзамен.

Перевод баллов в оценку осуществляется по схеме, приведенной   
в табл. 7.

**10. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ   
И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Курс «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» является годовым и изучается в течение одного семестра – 11-м на 2-м курсе магистратуры. Трудоемкость промежуточной аттестации составляет 20%от выполнения студентом текущей работы (посещаемости лекций, выполнение и защита лабораторных работ (прил. 3).

текущий контроль хода обучения по дисциплине осуществляется в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, предполагающих обязательный ответ на вопросы к каждой лабораторной работе. Теоретические знания по разделам изучаемого материала проверяются на основе тестов, а также рефератов по тематике курса. Итоговым этапом контроля знаний студентов является зачет. Допуском к зачету служат все выполненные и защищенные лабораторные работы и удовлетворительные результаты проверки теоретических знаний по пройденным разделам курса в ходе работы с системой автоматизированных тестов.

Контрольно-измерительными параметрами дисциплины«Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»являются:

1) билеты;

2) перечень контрольных вопросов к зачету со списком литературы по разделам;

3) результаты выполнения лабораторных работ и ответы на вопросы;

3) перечень заданий и вопросы по лабораторным занятиям;

4) электронный банк тестовых заданий для электронного тестирования (по системе Unitest);

5) оценка преподавателем качества подготовки рефератов.

Для допуска к зачету в 11-м семестре студенты после изучения теоретического материала должны успешно пройти все тесты по изучаемым в этом семестре темам (прил. 1), предусмотренные промежуточным контролем в семестре, а также выполнить, оформить и защитить все лабораторные работы. Форма проведения экзамена – письменный и устный ответы на контрольные вопросы.

Контрольно-измерительные материалы по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» включают экзаменационные вопросы и электронный банк тестовых заданий в адаптированном к системе тестирования UniTest 3.3.0 виде. Структура банка тестовых заданий приведена в методических указаниях (см. табл. 6).

По дисциплине предусматривается входной, промежуточный и итоговый контроль. Входной контроль предшествует началу изучения теоретического материала, при этом вопросы входного контроля направлены на определение уровня знаний и компетенций, полученных студентами на предыдущих курсах обучения.

На базе банка тестовых заданий организуется промежуточный контроль знаний.

Сроки проведения указанных видов контроля приведены в прил. 3, где представлен график учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль степени усвоения теоретического материала по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» осуществляется после изложения теоретического материала каждого модуля (см.прил. 3).

В сроки, указанные в прил. 3, в рамках часов самостоятельной работы на основе согласованного с преподавателем расписания в определенном компьютерном классе (или классах) индивидуально или для группы в целом организуется работа с банком тестовых заданий с помощью системы компьютерной проверки знаний тестированием UniTest. Для формирования комплексов тестовых заданий при проведении предварительного и промежуточного контроля в табл. 6методических указаний приведена структура банка тестовых заданий по дисциплине. Количество тестовых заданий, выдаваемых каждому студенту в рамках промежуточного контроля, в зависимости от объема модуля составляет от 25 до 45 тестовых заданий.

Банк тестовых заданий в адаптированном к системе тестирования   
UniTest 3.3.0 [www.unitest.lab.sfu-kras.ru] виде доступен для студентов в трех вариантах:

1) на отдельном электронном оптическом диске, прилагаемом к печатному учебному пособию «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»;

2) в составе полнокомплектного электронного учебно-методического комплекса;

3) на сервере контрольно-измерительных материалов на базе интернет-портала автоматизированных и виртуальных лабораторных практикумов Сибирского федерального университета [www.storage.lab.sfu-kras.ru].

Руководство пользователя системы UniTest доступно по электронному адресу www.lab.sfu-kras.ru/pdf/unitest3manual.pdf, а также представлено в качестве самостоятельного документа в составе электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии».

**10.1. Структура тестов**

После каждой изученной темы лекционного курса дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»студенту предлагается проверить уровень усвоения пройденного теоретического материала. Для этого предлагается ответить на вопросы тестов с помощью программы UniTest, представленных в настоящем учебно-методическом комплексе.

Терминология системы тестов следующая:

**Тест**– совокупность стандартизированных тестовых заданий, результат выполнения которых позволяет оценить уровень компетенций, навыков и умений испытуемого.

**Тестовое задание** (ТЗ) – логическая единица теста, включающая в себя текст задания определенной конструкции, эталон ответа и имеющая оценочный показатель.

**Банк тестовых заданий** (БТЗ) – общая совокупность ТЗ по дисциплине, из которых составляются путем компоновки различные варианты тестов.

**Дистрактор** – один из вариантов преднамеренного неверного ответа ТЗ.

Краткое описание тестовых заданий:

1. Каждая тема, раздел (модуль) курса лекций дисциплины имеет соответствующий раздел в системе тестов в соответствии с программой дисциплины.

2. Тесты включают вопросы на соответствие, последовательность и просто ответы на вопросы.

3. Представленные в тесте вопросы имеют 3–4 варианта ответа, один (или несколько) из которых является верным.

Отвечать на вопросы тестовой программы студент может любое количество раз. Однако в случае неудачи настоятельно рекомендуется не заниматься угадыванием правильного варианта ответа, а вернуться к теоретическому материалу и изучить его еще раз.

**10.2. Рекомендации по работе с тестовой программой**

После каждой изученной темы студенту предлагается проверить уровень усвоения пройденного теоретического материала. Для этого предлагается выполнить тестовые задания с помощью специальной тестовой программы UniTest.

Тестовые задания, используемые для проверки знаний по курсу«Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии», можно разделить на 5 типов. Тестирование проводится на персональном компьютере в системе UniTest в курсе «Современные проблемы и методы биотехнологии».

Примеры выполнения тестовых заданий:

1) тестовое задание типа «Выбор одного правильного ответа» состоит из неполного суждения с одним ключевым элементом и множеством альтернативных ответов,из которых один является верным. Студенту необходимо выбрать один правильный ответ, чтобы суждение стало полным и верным;

2) тестовое задание на дополнение является неполным суждением, в котором отсутствует ключевой элемент. В качестве ключевого элемента может быть: число, слово или (как исключение) словосочетание, поэтому в программе *UniTest*это тестовое заданиеделится на два типа: «Текстовый ввод с клавиатуры» и «Ввод числа с клавиатуры», кроме вводимого символа других принципиальных отличий эти типы тестовых заданий не имеют;

3) тестовое задание наустановление правильной последовательности или тип «Последовательность», требует упорядочения каких-либо однородных элементов.

4) тестовое задание типа «Выбор нескольких правильных ответов» состоит из неполного суждения и множества ответов,из которых два или более являются верными, которые и нужно выбрать, при этом от тестового задания первого типа это тестовое задание отличается тем, что символы, в которое ставятся галочки, имеют форму квадратов, а не кругов;

5) тестовое задание на соответствие или типа «Соответствие множеств» состоит из двух групп элементов и формулировки критерия выбора соответствия между ними. Соответствие устанавливается по принципу: одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы и наоборот.

**10.3. Перечень контрольных вопросов к зачету**

Составленный в УМКД переченьконтрольных вопросов ранжирован по основным разделам (модулям) дисциплины:

**Модуль 1.** Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»

1. Актуальные исследования в области полимерных материалов биомедицинского назначения. Современное состояние и перспективы.

2. Потребности реконструктивной медицины в новых материалах и изделиях, основные требования, предъявляемые к ним.

3. Современное состояние работ в области медицинских материалов.

4. Биомедицинские области применения полимерных, керамических материалов и металлов.

5. Современное представление о клеточных технологиях, клеточной инженерии, клеточных культурах как составной части биотехнологии.

6. Роль клеточных культур в биотехнологии при производстве биологически активных веществ, применение их в генетической, медицинской, фармакологической практике.

**Модуль 2.** Материалы медико-биологического назначения

1. Материалы, совместимые с живым организмом. Понятие биологической совместимости

2. Металлы. Керамики. Композиты. Основные свойства и области применения в восстановительной хирургии.

3. Полимеры, их многообразие, структура. Свойства.

4. Подходы к созданию биосовместимых материалов с точки зрения физико-химических свойств.

5. Материалы, используемые в реконструктивной кардиохирургии для изготовления клапанов сердца, сосудов, сосудистых эндопротезов. Понятие гемосовместимости биоматериалов.

6. Материалы медицинского назначения, используемые в реконструктивных технологияхдля восполнения дефектов мягких тканей, внутренних органов, кожи, костной ткани.

7. Материалы для изготовления протезов и биоискусственных органов.

8. Устройства для разделения и диффузии веществ: искусственная почка, печень, селезенка.

9. Материалы для изготовления протезов органов зрения, слуха и обоняния.

10. Искусственное сердце. Характеристика применяемых конструкций. Новейшие решения с применением клеточных технологий.

11. Полимеры фармакологического назначения, комплекс необходимых свойств.

12. Методы, применяемые для разработки долговременных лекарственных форм с контролируемым выходом препаратов.

13. Полигидроксиалканоаты в качестве матрикса для депонирования лекарственных средств.

**Модуль 3.**Методы изучения материалов биомедицинского назначения.

1.Комплексная система методов и тестов, применяемая в биомедицинском материаловедении. Система тестов, применяемая в США, странах ЕС, в России.

2. Физические и физико-химические методы исследования полимеров биомедицинского назначения. Спектроскопические методы анализа. Микрокалориметрия. Рентгеноструктурный анализ.

3. Биомедицинское тестирование биоматериалов.

3. Принципы и основные методы тестирования биоматериалов на биосовместимость. Санитарно-химические тесты.

4. Система тестов для токсикологических исследований *in vitro* и *in vivo*. Испытания на гемосовместимость.

5. Методы переработки материалов для получения специализированных конструкций и изделий биомедицинского назначения. Получение гидрогелей.

6.Переработка в биомедицинские изделия термопластичных полимеров. Переработка полимеров из растворов и твердофазных состояний.

**Модуль 4.** Тканевая реакция на имплантаты

1. Реакция организма на имплантацию материалов и процессы взаимодействия в системе «организм-имплантат»

2. Фазы воспалительно-репаративной реакции тканей и имплантаты и механизм образование капсул вокруг имплантатов.

3. Клеточные и межклеточные элементы, участвующие в тканевой реакции на имплантат. Особенности реакции на инородное тело из резорбируемых материалов и роль гигантских клеток инородных тел.

4. Кальцификация имплантатов. Факторы, влияющие на кальцификацию биоматериалов, механизмы кальцификации.

**Модуль 5.** Механизмы биодеструкции имплантатов

1.Биоразрушаемые синтетические полимеры: полилактиды, полигликолиды. Природные биоразрушаемые материалы: хитизан, альгинаты, гиалуроновая кислота, коллаген, фибрин.

2. Полигидроксиалканоаты линейные, биосовметсимые, резорбируемые полиэфиры микробиологического происхождения: особенности, свойства, биомедицинский потенциал.

3. Биодеструкция имплантируемых материалов и конструкций *in vivo.*

4.Механизмыбиодеструкцииимплантатов. Гидролитическая деструкция. Окислительная деструкция и катализ ионами металлов. Клеточная деструкция.

**Модуль 6.** Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии

1. История и проблемы развития культивирования животных клеток; становления и развития клеточных технологий. Источники и типы клеток.

2. Техника ведения клеточных культур. Выбор питательных сред и субстратов для культивирования животных клеток. Клеточные линии: ограниченные и постоянные. Источники клеток: первичные клетки.

3. Стволовые клетки и источники их выделения. Типы культивационных систем для периодических и проточных культур клеток.

4. Клеточные технологии и тканевая инженерия. Принципы и основные подходы.

5. Материалы, примененные для изготовления клеточных матриксов.

6. Методы получения и свойства пористых 2D и 3D клеточных матриксов.

**Модуль 7.** Специфика технологии ведения клеточных культур

1. Принципы работы в клеточной лаборатории и основные правила асептики.

2. Оборудование, необходимое для работы с клеточными культурами. Системы и условия, необходимые для роста клеточных культур.

3. Культивирование клеток и тканей беспозвоночных. Культивирование клеток человека. Органная культура.

4. Потенциал клеточных технологий для лечения сердечно-сосудистой системы; реконструкции тканей пораженных внутренних органов, твердой и мягких тканей; суставов, мышечной ткани.

**Модуль 8.** Новейшие клеточные технологии

1. Клонирование высших животных. Гибридомная техника.

2. Стволовые клетки. История вопроса. Перспективы использования стволовых клеток в биологии и медицине.

3. Принципы проведения клеточной терапии с применением стволовых клеток.

4. Этические проблемы. Процесс передачи новых технологий в клиническую практику.

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

К задачам применения современных образовательных технологий при изучении дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» в соответствии с требованиями подготовки магистров относятся:

* получение знаний, составляющих основу научных представлений об информации, информационных процессах, системах, технологиях и моделях в научных исследованиях;
* овладение умениями работать с различными видами информации с помощью компьютера и других средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), организовывать научно-исследовательскую деятельность и планировать ее результаты;
* развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей средствами ИКТ;
* выработка навыков применения средств ИКТ в повседневной жизни при выполнении индивидуальных и коллективных проектов, в первую очередь научных.

Основные базы данных и программное обеспечение в области молекулярной биологии, биофизики, биохимии и генетики приведены в табл. 7.

Основные поисковые системы на основе семантических технологий web для доступа к научным публикациям приведены в табл. 8.

Таблица 7

| **№ п/п** | **Наименование БД** | **Краткое описание** |
| --- | --- | --- |
| 1 | *BioSystems* | Содержит информацию о взаимодействии биомолекул, участвующих в метаболизме болезненных состояний, а также других биологических процессов |
| 2 | *Bookshelf* | Содержит коллекцию полнотекстовых книг, которые можно найти в интернете и которые связаны с PubMed |
| 3 | *Cancer Chromosomes* | Содержит описания кариотипа, флуоресценции in situ, изображения гибридизации, клиническую информацию для клеточных линий раковых опухолей |
| 4 | *Conserved Domains* | БД изображений последовательностей белковых доменов и профилей |
| 5 | *dbGaP* | БД генотипов и фенотипов |
| 6 | *dbVAR* | БД геномных структурных изменений |
| 7 | *Gene* | БД генов, в том числе структур геномов, которые были полностью секвенированы |
| 8 | *Genome* | БД последовательностей и картографических данных из целых геномов для более 1000 видов и штаммов |
| 9 | *Genome Project* | Проект «Геном» |
| 10 | *NCBI Web Site* | БД статических страниц NCBI, содержащая документацию, инструменты, старые выпуски информационных бюллетеней, описания страниц ресурса, примеры кода и т. д. |
| 11 | *NLM Catalog* | Содержит содержание книг, журналов, аудио- и видеоматериалов, компьютерных программ, электронных ресурсов и другие материалы, хранящиеся в Национальной медицинской библиотеке (NLM) |
| 12 | *Nucleotide* | Нуклеотидная БД |
| 13 | *OMIA (Online Mendelian Inheritance in Animals)* | БД генов, унаследованных расстройств и черт различных видов животных (кроме человека и мышей) |
| 14 | *OMIM (Online Mendelian Inheritance in Man)* | БД содержит обзор генов человека, генетических нарушений и других наследственных признаков |
| 15 | *PopSet* | БД, содержащая связанные нуклеотидные последовательности, которые исходят из сравнительных исследований: филогенетических, населения, окружающей среды (экосистем) и мутационных исследований |
| 16 | *Protein* | БД, содержащая аминокислотные последовательности |
| 17 | *Protein Clusters* | БД связанных последовательностей белков (кластеров) |
| 18 | *PubMed* | БД библиографических описаний/аннотаций |
| 19 | *PubMed Central* | БД полнотекстовых ресурсов, находящихся в открытом доступе |
| 20 | *SNP (Single Nucleotide Polymorphism)* | БД одиночных нуклеотидных полиморфизмов, микросателлитов и т. д. |
| 21 | *Structure* | БД экспериментальных данных из кристаллографического и ЯМР-резонансного определения структуры |
| 22 | *Taxonomy* | БД имен и филогенетических линий для более чем 160 000 организмов, имеющих молекулярные данные в БД NCBI |

Таблица 8

Основные интернет-ресурсы для работы с публикациями различного формата

| **№ п/п** | **Ресурс** | **Описание** | **Интернет-адрес** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Специализированный научный поисковый сервер *Google* | Поиск текстов статей, книг, информации об организациях, научных сообществах, учебных заведениях; возможность задавать различные условия поиска текстов | *http://scholar.google.com* |
| 2 | Концентратор *SciVerse* | РасширенныйпоискпоБД*SciVerse Science Direct* и*Scopus SciVerse*. Более 2500 научных журналов и 1100 книг | *http://www.info.sciverse.com/* |
| 3 | Ресурс *Science Direct* | Более 2700 научных журналов и книг с поисковой системой по ключевым словам, названию и выходным данным журнала, фамилии автора. Имеются краткие аннотации к статьям (abstracts), доступ к полным текстам в некоторых журналах.  Журналы издательств *Elsevier, Cell Press (Cell, Neuron, Current Biology* и др.), публикации Американской психологической ассоциации (АРА), *Academic Press* и ряда других издательств | *http://www.sciencedirect.com/* |
| 4 | Специализированный научный поисковый сервер *SCIRUS* | Является наиболее полным научным инструментом исследования в Интернете. Более 410 млн ресурсов в том числе: журналы, домашние страницы ученых, учебные курсы, патенты и т. д. | *http://www.scirus.com/* |
| 5 | Ресурс  издательства *Blackwell* | Открытый доступ к полным текстам статей в журналах издательства Blackwell.  Журналы перечислены по алфавиту и по предметным разделам, есть поиск статей по ключевым словам, поиск журналов по году и номеру.  Журналы: *Psychophysiology; Journal of Neurochemistry; Genes, Brain and Behavior; Journal of Neuroimaging; The Journal of Physiology; Acta Physiologica; Journal of Sleep Research; Sleep and Biological Rhythms; Psychological Science; European Journal of Neuroscience*идр. | *http://onlinelibrary.wiley.com/* |
| 6 | Ресурс  издательства *Springe* | БД с поиском статей по ключевым словам, поиском названий по первым буквам, алфавитным и тематическим указателями журналов.  Журналы: *Experimental Brain Research; Neuroscience and Behavioral Physiology; Neurophysiology Review; Neurochemical Research; Neurochemical Journal; Psychological research; Psychopharmacology; Behavior; Journal of Nonverbal Behavio*r идр. | *http://www.springerlink.com/home/main.mpx* |
| 7 | Ресурс *Elsevier* | Более 2200 журналов, систематизированных по алфавиту и по предметным областям. Журналы: *Brain Research, Brain Research Bulletin, Neuroscience, Neuroscience Research, Neuroscience Letters, Neuroimaging, Journal of Neuroscience Methods, Brain and Cognition, Neuropsychologia, Behavioral Brain Research, Physiology & Behavior*идр. | [*http://top25.sciencedirect.com*](http://top25.sciencedirect.com)  *http://www.elsevier.ru* |
| 8 | Ресурс издательства*Oxford University Press* | Список журналов по алфавиту и по предметным разделам, поиск статей по ключевым словам | *http://www.oxfordjournals.org* |
| 9 | Ресурс журнала *Science* | Бесплатная регистрация позволяет получить доступ к полным текстам статей в выпусках журнала с 1996 года | *http://www.sciencemag.org/* |
| 10 | Электронная библиотека технической литературы | Полные тексты статей в журналах IEEE, IET – с 1988 года, книги IEEE – с 1974 года, сборники материалов конференций и другие публикации. Журналы: *Neural Networks; Medical Imaging; Acoustics, Speech and Signal Processing Newsletters; Biomedical Engineering; Neural Systems and Rehabilitation Engineering*идр. | *http://ieeexplore.ieee.org/* |
| 11 | Международная поисковая система *Medline* на российском портале *Medline.ru* | Публикации по медицине и биологии | *http://www.medline.ru/* |
| 12 | **Библиотечный сервис *A-to-Z*** | С помощью **нового библиотечного сервиса A-to-Z**электронные ресурсы различных издательств объединены в одну систему, что позволяет пользователю переходить из одной БД в другую, не производя поиск в каждом ресурсе отдельно | *http://atoz.ebsco.com/* |

Кроме этого «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» относится к тому спектру дисциплин, где использование технологий e-Science, в частности представление отчетов по некоторым модулям в режиме on-/off-line с использованием закрытого образовательного раздела сайта Института фундаментальной биологии и биотехнологии ФГАОУ СФУ (http://bio.sfu-kras.ru/?page=275) и/или сайта проекта «Биотехнологии новых биоматериалов» http://biotech.sfu-kras.ru/?page=1 (Проект Института фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ «Биотехнологии новых биоматериалов» стал победителем в конкурсе на получение гранта Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования и активно поддерживает использование наукоемких технологий в учебном процессе) является обязательным элементом образовательной траектории.

К учебно-методическим материалам института Института фундаментальной биологии и биотехнологии (ИФБиБТ) студенты имеют доступ через сайт официальный сайт института - <http://bio.sfu-kras.ru/>, раздел «Образование», учебно-методические материалы в электронном виде – <http://bio.sfu-kras.ru/?page=482>.

Студентам обеспечен свободный доступ к личному кабинету преподавателя на сайте Института фундаментальной биологии и биотехнологии (http://bio.sfu-kras.ru/?page=498). В личном кабинете размещаются презентации, учебно-методические материалы, промежуточные задания и вопросы к экзамену. Так же в личном кабинете организуется обмен материалами и консультации при самостоятельной работе студентов и выполнении практических заданий и подготовке презентаций.

Использование сети Интернет способствует формированию в образовательном заведении так называемой «технологии открытого обучения», помогающей создать качественно новое информационно-образовательное пространство, в котором увеличивающийся информационный поток заставляет всех участников процесса переходить от модели накопления знаний к системе овладения навыками самообразования

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

**Основная литература**

1. Льюин, Б. Гены / Б. Льюин ; пер. с англ. И. А. Кофиади [и др.] ; ред. Д. В. Ребриков. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 896 с. : цв. ил. -Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 882-886. – 21 экз.
2. Льюин, Б. Клетки / ред. Б. Льюин [и др.] ; пер. с англ. И. В. Филиппович ; ред. пер. с англ. Ю. С. Ченцов. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 951 с. : цв. ил. - Библиогр.: с. 913-914. - Предм. указ.: с. 937-941.31. Экз.
3. Джаксон, Мейер.Молекулярная и клеточная биофизика [Текст] = Molecular and Cellular Biophysics : пер. с англ. / М. Б. Джаксон. - М. : Мир : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 551 с. : ил. - Библиогр.: с.524-539; Предм. указ.: с. 540-551. 5экз.
4. Волова, Т. Г. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии: учеб. пособие / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 56 с.
5. Гистология, эмбриология, цитология [Текст] : учебник / под ред.: Э. Г. Улумбеков, Ю. А. Челышев. - Изд. 3-е., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 405 с. + Прил.: 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Предм. указ.: с. 396-405. - ISBN 978-5-9704-1010-3
6. Репродуктивное здоровье: Учеб. пособие / Под ред. Е.В. Радзинского. – М.: РУДН, 2011. – 727 с. – 5 экз.

**Дополнительная литература**

1. Современные аппаратура и методы исследования биологических систем [Текст] : учеб. пособие / Т. Г. Волова [и др.] ; Сиб. федерал. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние. Ин-т биофизики. – Красноярск : СФУ-ИБФ, 2011. – 479 с. : цв.ил. – Библиогр.: с. 72-81. – 200 экз.
2. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии: метод. указания по самостоятельной работе / сост. : Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, Л. А. Франк. – Красноярск : ИПК СФУ, 2013. –с. – (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии: УМКД № 1324-2008 / рук. творч. коллектива Т. Г.Волова).
3. Хенч,Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей / Л. Хенч, Д. Джонс ; под ред. А. А. Лушниковой. – М. : Техносфера, 2007. – 304 с. – (Мир биологии и медицины).
4. Штильман, М. И. Полимеры медико-биологического назначения /   
   М. И. Штильман. – М. : Академкнига, 2006. – 399 с.
5. Репин, С. В. Медицинская клеточная биология / С. В. Репин,   
   Г. Т. Сухих. – М., 1998.
6. Фрешни, Р. Культура животных клеток. Методы /Р. Фрешни. – М. : Мир, 1991.
7. Репин,В. С. Эмбриональные стволовые клетки: фундаментальная биология и медицина / В. С. Репин, А. А. Ржанинова, Д. А. Шаменков. – М. : Реметэкс. – 2002.
8. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М. : Мир, 2002.
9. Введение в методы культуры клеток, биоинженерия органов   
   и тканей / под ред. : В. В. Новицкого, В. П. Шахова, И. А. Хлусова,   
   Г. Ц. Дамбаева. – Томск, 2004. – 385 с.
10. Трансплантология / под ред. В. И. Шумакова. – М. : Медицина, – 2006.
11. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника / под ред. П. П. Мальтцева. – М. : Техносфера, 2006. – 149 с. – (Мир материалов и технологий).
12. СТО 4.2-07-2008. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности / разраб. Т. В. Сильченко, Л. В. Белошапко, В. К. Младенцева, М. И. Губанова. – Введ. впервые 09.12.2008. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 47 с.
13. Каталог лицензионных программных продуктов, используемых в СФУ / сост. : А. В. Сарафанов, М. М. Торопов. – Красноярск : ИПК СФУ ; 2008. – Вып. 3.

**Электронные и интернет-ресурсы**

1. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / Т. Г. Волкова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов ; сост. Л. А. Франк ; Сиб. федерал. ун-т. - (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии : УМКД № 1324-2008 / рук. творч. коллектива Т.Г. Волкова) (Электронная библиотека СФУ. Учебно–методические комплексы дисциплин). - Загл. с титул. экрана. - ISBN 978-5-7638-1665-5 (комплекса). - № гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902484
2. Шишацкая, Е. И. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии. Банк тестовых заданий. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : контрольно-измерительные материалы / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая,   
   П. В. Миронов, Л. А. Франк.- Красноярск : ИПК СФУ, 2008. –(Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии : УМКД № 1324-2008 / рук. творч. коллектива Т. Г. Волова).
3. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии [Электронный ресурс] : лаб. практикум / Т. Г. Волкова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов ; Сиб. федерал. ун-т. - Версия 1.0. - Электронные данные (PDF ; 3 Мб). - Красноярск : ИПК СФУ, 2009. - 116 on-line. - (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии : УМКД № 1324-2007 / рук. творч. коллектива Т.Г. Волкова) (Электронная библиотека СФУ. Учебно-методические комплексы дисциплин). - Загл. с титул. экрана. - ISBN 978-5-7638-1772-0 (лабораторного практикума). - № гос.

**4.2. Перечень наглядных и других пособий,   
методических указаний и материалов   
к техническим средствам обучения**

1. Шишацкая, Е. И. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии. Презентационные материалы. Версия 1.0 [ Электронный ресурс] наглядное пособие / Е. И. Шишацкая. – Электрон. дан. (4 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.
2. Интерактивные технические средства обучения: практ. руководство / сост. : А. Г. Суковатый, А. В. Казанцев, К. Н. Захарьин,   
   А. В. Сарафанов. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 81. с.
3. ГОСТ 7.1 – 2004 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

### Научно-методическая база данного курса включает комплексы лабораторного оборудования для изучения структуры и базовых свойств полимерных материалов, специализированное оборудование для процессинга полимеров и получения экспериментальных образцов изделий биомедицинского назначения, проведения тестирования биологической безопасности материалов и полимерных изделий, ведения клеточных культур и методов оценки их жизнеспособности.

Для наглядности восприятия и овладения навыками практической работы организуются экскурсии в Центры коллективного пользования приборами СФУ, КНЦ СО РАН и научные подразделения Института биофизики СО РАН (лаборатория хемоавтотрофного биосинтеза и опытным производством, аналитическая лаборатория, лаборатория фотобиологии) и Красноярского НИИ сельского хозяйства (биотехнологическая лаборатория).

**Приложение 1**

**Структура и содержаниемодулей дисциплины**

**«Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование модуля,  срок его  реализации | Перечень тем лекционного курса, входящих  в модуль  (перечень тем в соответствии с п. 3.2) | Перечень лабораторных занятий, входящих  в модуль  (перечень лабораторных работ  в соответствии с п. 3.4 | Перечень самостоятельных видов работ, входящих в модуль, их конкретное наполнение  (перечень видов работ и их содержания в соответствии с п.3.5) | Формируемые  компетенции | Умения | Знания |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Модуль 1  **Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»**  1–2-я недели | Темы 1.1, 1.2., 1.3 | Лабораторные занятия  1.1 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам:  1.1, 1.2., 1.3., 1.4,  Подготовка к ПК | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 12. | Формировать диагностические решения проблем, основанные на исследованиях. Путем интеграции знаний в различных областях биотехнологии; выносить квалифицированные суждения о предмете и его составляющих | Теоретические основы, основные понятиянаук биологического профиля (биотехнологии, химии высокомолекулярных соединений, генетики, клеточной и тканевой инженерии),  в т.ч. находящихся на передовом рубеже в области современной биотехнологии |

Продолжение табл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2 | Модуль 2  **Материалы медико-биологического назначения**  3–4-я  недели | Темы 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 | Лабораторные занятия  2.1.–2.6 | Подготовкаи защита реферата  Самостоятельное изучение теоретического курса по темам:  2.1, 2.2, 2.3, 2.4,  Подготовка к ПК | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12. | Уметь пользоваться теоретическими основами, основными понятиями и моделями биоматериаловедения, современных биотехнологических процессов, базирующихся на принципах и методах культивирования клеток, тканей и органов; уметь сформулировать задачу и реализовать на практике основные приемы для реализации технологии ведения клеточных культур; знание тестов, необходмых для изучения и тестирования новых биоматериалов | Теоретические основы, основные понятия классификации, структуры и свойства биоматериалов; область и методы их переработки и применения |
| 3 | Модуль 3  **Методы изучения материалов биомедицинского назначения.**  5– 6-я недели | Темы 3.1, 3.2 | Лабораторные занятия  3.1, 3.2, 3.3 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам:  3.1, 3.2, 3.3.  Подготовка к ПК | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12. | Уметь использовать основные понятияи принципы химии высокомолекулярных соединений и клеточных макромолекул, пользоваться аналитической аппаратурой для очистки и детекциифизико-химических и биологических свойств новых материалов; знать принципы и приемы данной области применения | Теоретические основы, основные понятия химии и биотехнологии полимерных материалов; пути и способы, области и перспективы применения в практической сфере |

Продолжение табл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 4 | Модуль 4  **Тканевая реакция на имплантаты**  7-янеделя | Темы 4.1, 4.2 | – | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам 4.1, 4.2 | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12. | Демонстрировать умение владения методами и инструментами биотестирования и оценки реакций *in vivo* на имплантацию и инородное тело; разрабатывать обоснованные пути решения применения новых материалов в биомедицине | Глубокие теоретические знания комплекса наук о клетках и тканевой инженерии, методах и техники ведения клеточных культур как основы конструирования биоискусственных органов и тканей, принципах получения и использования функциональных имплантатов и элементов для реконструктивной медицины |
| 5 | Модуль 5  **Механизмы биодеструкции имплантатов**  8-я неделя | Темы  5.1, 5.2 | – | Подготовкаи защита реферата.  Самостоятельное изучение теоретического курса по темам 5.1, 5.2  Подготовка к ПК | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12. | Умение планировать и реализовывать эксперименты с лабораторными теплокровными животными, владеть техникой оперативного вмешательства понимать механизмы взаимодействия имплантатов и тканей организма-реципиента; комплексе ответных физиолого-биохимических и адаптивных реакций с целью разработки эффективных способов реконструктивной хирургии и трансплантологии для повышения качестве жизни и улучшения методов реконструктивной биомедицины | Знание основ функционирования материалов в биологических средах, механизмах химического гидролиза и биологической резорбции; принципов современного биоматериловедения и разработки биоискусственных органов и тканей; знание основных теорий принциповстабильностии биодеструкции биосовместимых материаловв биологических средах |

Окончание табл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 6 | Модуль 6  **Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии**  9–10-я недели | Темы 6.1, 6.2, 6.3. | Лабораторные занятия  6.1,6.2, 6.3 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам 6.1, 6.2  Подготовка к ПК | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12. | Владение базовыми знаниями и методами клеточной и генетической инженерии; знание принципов и умение их использовать для получения целевых продуцентов, элементов для реконструктивного тканегенеза | Глубокие знания и теоретические основы, основные понятия молекулярной биологии, клеточной и тканевой инженерии; понимание необходимости совершенствования и расширения сфер применения; знание и оценка потенциальных рисков биотехнологии |
| 7 | Модуль7  **Специфика технологии ведения клеточных культур**  11-я неделя | Темы 7.1, 7.2. | Лабораторные занятия  7.1, 7.2, 7.3 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам 7.1, 7.2, 7.3 | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12. | Умение понять и глубоко осмыслить задачи, стоящие перед биотехнологическими процессами, основанными на использовании функционирующих клеток и тканей *in vitro*; демонстрировать способность постановкине обходимых задач и умение правильно решить их на практике | Способность использовать углубленные теоретическиеи практические знания в области клеточных и тканевых биотехнологий; знание научных основ, путей и способов получения и применения биологических препаратов для повышения качества ведения реконструктивных процессов и операций |
| 8 | Модуль8  **Новейшие клеточные технологии**  12-я неделя | Темы: 8.1, 8.2. | Лабораторные занятия:  8.1, 8.2 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам: 8.1, 8.2 | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6, ПК – 1, 2, 3, 12. | Способность выделять главные проблемы клеточной биологии и инженерии; планировать, проводить и докладывать результаты эксперимента; способность ставить биотехнологические задачи и разрабатывать новые высокие биотехнологии | Глубокие знания и использование основных теорий, концепций и принципов современной биотехнологии, понимание проблем современной биотехнологии; использование фундаментальных биологических представлений для постановки и решения актуальных задач |

**Приложение 2**

**Трудоемкость модулей и видов учебной работы в относительных единицах по дисциплине   
«Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии», по направлению «Биология»**

**Института фундаментальной биологии и биотехнологии, 12-й семестр**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Название  модулей  дисциплины | Срок реализации модуля | Текущая работа (50 %) | | | | | | | | | Аттестация  (50 %) | | Итого |
| Виды текущей работы | | | | | | | | | сдача зачета | сдача экзамена |
| посещаемость  лекций | выполнение и защита лабораторных работ | практические и семинарские занятия | выполнение и защита курсовых проектов | выполнение и защита РГЗ | подготовка и сдача рефератов | решение комплектов задач | промежуточный контроль | другие виды (по решению кафедры) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Всего  зачетных  единиц | 3 | 21,0 | 23,8 |  |  |  | 2,6 |  | 2,6 |  |  | 50 | 100 |

Продолжение табл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1.1 | Модуль1  **Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»** | 1–2-я недели | 4,0 | 1,3 | – | – | – | – | – | 0,65 | – | – | – | 5,95 |
| 1.2 | Модуль 2  **Материалы  медико-биологического назначения** | 3–4-я недели | 5,3 | 8,0 | – | – | – | 1,3 | – | – | – | – | – | 14,6 |
| 1.3 | Модуль 3  **Методы изучения материалов биомедицинского назначения** | 5–6-я недели | 2,6 | 4,0 | – | – | – | – | – | 0,65 | – | – | – | 7,25 |
| 1.4 | Модуль 4  **Тканевая реакция на имплантаты** | 7-я  неделя | 2,6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2,6 |
| 1.5 | Модуль 5  **Механизмы биодеструкции имплантатов** | 8-я  неделя | 1,3 | – | – | – | – | 1,3 | – | – | – | – | – | 2,6 |

Окончание табл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1.6 | Модуль 6  **Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии** | 9–10-я недели | 2,6 | 2,6 | – | – | – | – | – | 065 | – | – | – | 5,85 |
| 1.7 | Модуль 7  **Специфика технологии ведения клеточных культур** | 11-я  неделя | 1,3 | 5,3 | – | – | – | – | – | 0,65 | – | – | – | 7,25 |
| 1.8 | Модуль 8  **Новейшие клеточные технологии** | 12-я  неделя | 1,3 | 2,6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 3,9 |

**Приложение 3**

**ГРАФИК**

**учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплине**

**«Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»**

**направления«Биология», Института фундаментальной биологии и биотехнологии, 12-й семестр**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование  дисциплины | Семестр | Число часов аудиторных занятий | | Форма  контроля | Часов на самостоятельную работу | | Недели учебного процесса семестра | | | | | | | | | | | |
| всего | по видам | всего | по видам | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии | 11 | 24 | Лекции – 8 | зачет | 48 | ТО – 44 | ТО | – | ТО | – | ТО | – | ТО | – | ТО | – | ТО | – |
|  | – | РФ – 4 | – | – | ВРФ | СРФ | – | – | – | ВРФ | СРФ | – | – | – |
| Лабораторные – 16 | ЛР | – | ВЛР СЛР | – | ВЛР СЛР | – | ВЛР СЛР | – | ВЛР СЛР | – | ВЛР СЛР | – | ВЛР СЛР |
|  | ПК | – | – | – | ПК | – | – | – | ПК | – | – | – | ПК |

**Условные обозначения:** ТО – изучение теоретического курса; РФ – реферат; ВТР – выдача темы реферата; СРФ – сдача реферата; ЛР – лабораторные работы; ВЛР – выдача лабораторной работы; СЛР – сдача лабораторной работы; ПК – промежуточный контроль (тестирование).

Заведующий кафедрой: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Т. Г. Волова

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.