

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 °С и с использованием раствора этанола. Итог работы – приобретение навыков пробоподготовки образцов биоматериала, которые будут использованы на последующих занятиях

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. Культивирование 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 различным 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	<p>Модуль 1</p> <p>Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»</p>	<p>Тема 1.1. Знакомство с классификацией полимерных материалов биомедицинского назначения</p> <p>Цель работы – сформировать у студентов представления о кардинальном отличии биоматериалов от синтетических пластиков; способах синтеза, переработке, областях применения. В ходе работы студенты знакомятся с коллекцией образцов биоматериалов, описанием их свойств и областями применения: изучают образцы полимерной продукции биомедицинского назначения</p>
2	<p>Модуль 2</p> <p>Материалы медико-биологического назначения</p>	<p>Тема 2.1. Получение высокоочищенных образцов полимеров; измельчение, стерилизация</p> <p>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 °С и с использованием раствора этанола. Итог работы – приобретение навыков пробоподготовки образцов биоматериала, которые будут использованы на последующих занятиях</p>

Продолжение табл. 4

Тема 2.2. Обработка и переработка полимерных 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 Calver, США) прямой компрессией с использованием пресс-форм разных размеров получают плотные объемные полимерные матриксы. Второй способ переработки полимеров заключается с работой расплавов. Студенты знакомятся с устройством и принципом работы специализированного мини-экструдера (фирмы «Брабендер», Германия), загружают в установку измельченные образцы биопластика и получают из расплава объемные 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 – освоение методов приготовления гомогенных растворов биопластика, пригодных для получения пленочных плотных и пористых матриксов функционирующих клеток. Студенты готовят серию растворов собственно полимера и растворов с добавлением пластификаторов (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 получения клеточных 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 студенты измеряют 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 с использованием уравнений Де Жена проводят расчеты ключевых характеристик матриксов: определение свободной поверхностной энергии (γ_s), свободной энергии межфазовой поверхности (γ_{sl}), величины сил сцепления (W_{sl}) (эрг/см²); по результатам расчетов проводится оценка адгезионных и биосовместимых свойств матриксов

2

Продолжение табл. 4

1

2

3

2		<p>Тема 2.5. Приготовление трехмерных пористых матриц функционирующих клеток Цель получение объемных функционирующих матриц – инкубаторов (scaffolds) для длительного культивирования клеток in vitro и in vivo. С использованием растворов биопластика проводится модификация и армирование коллагеновой губки. При этом варьируются: плотность полимерного раствора, время экспонирования губки в растворе. После высушивания полученных образцов производится взвешивание и цифровое фотографирование. Часть образцов передается для подготовки проб и электронно-микроскопических исследований тонкой структуры матриц</p> <p>Тема 2.6. Определение пористости и влагоемкости матрикса Цель работы – обучение студентов методам изучения тонкой структуры матриц и определения физико-механических характеристик. Студенты посещают ЦККП СФУ, знакомятся с техникой сканирующей электронной микроскопии; получают серию снимков матриц. Проводится сравнительное определение пористости, влагоемкости матриц. Часть матриц размещается в термостате в биологических средах для тестирования стабильности</p>
3	<p>Модуль 3 Методы изучения материалов биомедицинского назначения</p>	<p>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 биотестирования материалов и изделий биомедицинского назначения</p> <p>Тема 3.2. Санитарно-химические исследования Цель – ознакомить с методами первого этапа биотестирования материалов и изделий, предназначенных для биомедицины. В ходе работы с использованием экстрактов биопластика проводится анализ наличия вводимых вытяжках возможных продуктов миграции (мономеров, образующих полимер), органических веществ (по бихроматной окисляемости), насыщенных органических соединений (по бромлируемости вытяжек). Сопоставление полученных экспериментальных значений с предельно допустимыми нормами из стандарта ИСО Р 10993 позволяет студентам оценить пригодность приготовленных ими матриц для биомедицины</p>
1 3	2	<p style="text-align: right;">Продолжение табл. 4</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p>Тема 3.3. Испытания матриц на токсичность Цель работы – освоение методов второго этапа</p>

		тестирования биоматериалов: тестирование на цитотоксичность (на половых клетках крупного рогатого скота), гемолиз, острая токсичность при внутривенном введении вытяжек мышам, раздражающий эффект (нанесение образцов водных вытяжек биопластика на кожу лабораторным животным (крысы, кролики)). Результаты работы – оценка пригодности разработанных матриц для <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i> исследований
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	<p>Тема 6.1. Знакомство с правилами работы на современном оборудовании, необходимом для клеточных технологий 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 (фирмы Viscetek, США). Требованиями к спецодежде и правилам безопасной работы с клеточными культурами. Цель работы – усвоение правил работы с клеточными культурами и пользование специализированным оборудованием</p> <p>Тема 6.2. Посуда в клеточной лаборатории и питательные среды. Приготовление питательной среды для пересева клеток Цель работы – приобретение знаний о характеристике и специфике посуды и культуральных сред для выращивания животных клеток, обучение технологии подготовки посуды и правилам стерильной работы для приготовления культуральных сред. Студенты получают знания по технологии приготовления сред, наборе необходимых реагентов. Бессыворотные среды 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</p>

Продолжение табл. 4

1	2	3
6		<p>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</p>

		<p>фибробластов мышцы), произведена процедура засева 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</p>
7	<p>Модуль 7 Специфика технологии ведения клеточных культур</p>	<p>Тема 7.1. Получение первичной культуры Цель – получение знаний и навыков об источниках получения и технике ведения органной культуры. Выбор источника ткани. В процессе работы будет получена суспензионная культура фибробластов (например, из кусочков тканекожных покровов). Будут засеяны культурой пластиковые культуральные планшеты, а также пленки из биопластика, приготовленные студентами ранее. Культуры будут помещены в гумидную среду в CO₂-инкубатор. На следующем занятии будет произведено микроскопирование культур с применением инвертированного микроскопа и оценена адгезия и количество клеток на разных подложках (матриксах)</p> <p>Тема 7.2. Введение в инжиниринг тканей Цель – обучение студентов основам клеточной и тканевой инженерии. Знакомство с типами клеточных каркасов (матрикса) и протоколами ведения клеточных культур разных типов. В ходе экспериментальной работы будут проанализированы 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</p> <p>Тема 7.3. Определение интенсивности клеточной пролиферации в тесте с 3-(4,5-диметилтиазол)-2,5-дифенилтетразолиум бромидом (ММТ-тест). ММТ-тест – это современная колориметрическая тестовая система оценки физиологической активности и интенсивности пролиферации клеток <i>in vitro</i> Цель – обучение тесту определения интенсивности клеточной пролиферации и оценки биосовместимости и функциональных свойств клеточных матриксов разных типов, в том числе полученных студентами из экспериментальных образцов биопластика</p>

Окончание табл. 4

1	2	3
8	<p>Модуль 8 Новейшие клеточные технологии</p>	<p>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 мозга лабораторных 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</p> <p>Тема 8.2. Анализ адгезии клеток на матриксе</p>

Цель работы – демонстрация потенциала МСК и возможностей технологии ведения культуры для получения нужного типа клеток. Полученный монослой клеток после трипсинизации будет подвергнут окрашиванию, подсчету клеток и анализу фенотипа. С использованием теста на щелочную фосфатазу (маркер дифференцировки остеобластов) будет подтверждена природа полученных из МСК клеток. В результате выполнения этой работы будут получены знания и приобретены навыки технологии получения клеточных линий из стволовых клеток

В методических указаниях к лабораторным 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 матриц и конструкций и изучение их свойств.

Задачи:

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

Модуль 3. Методы изучения материалов биомедицинского назначения

Цель: дать представление о требованиях, предъявляемых к материалам и устройствам для медицины и методах оценки биологической 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»™ ОН – AR2140 (США).
3. Роторный вакуумный испаритель RotovaporR 2000/250 фирмы «Büchi» (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-спектрометр Agilent 5975Inert, фирмы «Agilent»(США).
8. Система гель-проникающей хроматографии «Waters Alliance GPC 2000 Series» фирмы «Waters» (США) с набором полистириновых стандартов.
9. Сухожаровой шкаф BinderGmbH (Германия).
10. Стационарный рН-метр фирмы «Sartorius» (Германия).
11. Хроматограф для гель-проникающей хроматографии WatersBreezeSystem, фирмы «Waters» (США)

12. Автоматический лабораторный пресс Calver 3887/4SDOBOI (США).
13. Лабораторный мини-экструдер Brabender® E 19/25 D (Германия).
14. Лабораторная система PDS 2010 Labcoater™ для нанесения полимерных покрытий и влагозащиты фирмы «Labcoater» (США).
15. Ультразвуковой гомогенизатор Sonicator 3000 фирмы «Misonix Incor» (США).
16. Электрическая верхнеприводная мешалка фирмы «Heidolph».
17. Универсальная электромеханическая испытательная машина «Инстрон 5565, 5KN» фирмы «Instron» (Великобритания).
18. Термоупаковочная машина NS 1000 фирмы «Howo Gmby» (Германия).
19. Стерилизующая система SterradNX фирмы «Johnson & Johnson» (США).
20. ИК-Фурье-спектрометр «ИНФРАЛЮМ ФТ-02» (Россия).
21. Дериватограф СТА – СТА 449 Jupiter фирмы NETZSCH (Германия).
22. Вертикальный низкотемпературный морозильник фирмы «New Brunswick Scientific» (США).
23. CO₂-инкубатор фирмы «New Brunswick Scientific» (США).
24. Бокс-ламинар биологической безопасности фирмы «LABCONCO» (США).
25. Инвертированный микроскоп фирмы «ЛОМО» (Россия).
26. Центрифуга настольная Centrifuge 5810 R фирмы «Eppendorf» (США).
27. Дезинфекционно-моечный автомат G 7883 CD фирмы «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.

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

7. 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.

8. 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).
9. 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).
10. Штильман, М. И. Полимеры медико-биологического назначения / М. И. Штильман. – М. : Академкнига, 2006. – 399 с.
11. Репин, С. В. Медицинская клеточная биология / С. В. Репин, Г. Т. Сухих. – М., 1998.
12. Фрешни, Р. Культура животных клеток. Методы /Р. Фрешни. – М. : Мир, 1991.
13. Репин,В. С. Эмбриональные стволовые клетки: фундаментальная биология и медицина / В. С. Репин, А. А. Ржанинова, Д. А. Шаменков. – М. : Реметэкс. – 2002.
14. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М. : Мир, 2002.
15. 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.
16. Трансплантология / под ред. В. И. Шумакова. – М. : Медицина, – 2006.
17. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника / под ред. П. П. Мальтцева. – М. : Техносфера, 2006. – 149 с. – (Мир материалов и технологий).
18. СТО 4.2-07-2008. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности / разработ. Т. В. Сильченко, Л. В. Белошапко, В. К. Младенцева, М. И. Губанова. – Введ. впервые 09.12.2008. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 47 с.
19. Каталог лицензионных программных продуктов, используемых в СФУ / сост. : А. В. Сарафанов, М. М. Торопов. – Красноярск : ИПК СФУ ; 2008. – Вып. 3.

Электронные и интернет-ресурсы

20. 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

21. 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).

22. 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

23. 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.

24. 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.

25. ГОСТ 7.1 – 2004 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».