

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.05 Материалы для медицины, клеточной и тканевой  
инженерии

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

06.04.01 Биология

Направленность (профиль)

06.04.01.05 Реконструктивная биоинженерия

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

д.б.н, Профессор, Шишацкая Екатерина Игоревна

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель курса – «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» – дать знания о новейших направлениях биотехнологической науки и практики, интегрирующих потенциал биомедицинского материаловедения, клеточных культур и технологий, тканевого инжиниринга; наиболее перспективных технологиях реконструктивной биомедицины.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения дисциплины

Формирование у студентов знаний и умений в сфере современных целей и задач биомедицинского материаловедения, новейших реконструктивных технологий, базирующихся на достижениях клеточных культур, технологий и тканевой инженерии

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1: Способен осуществлять выбор форм и методов научно-исследовательской деятельности в соответствии с профилем научного исследования</b>	
ПК-1.2: "Способен: - решать задачи, связанные с проведением исследований с использованием современных методических подходов и специализированного оборудования"	
<b>ПК-3: Способен выполнять микробиологические и биотехнологические работы в т.ч. в области разработки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекарственных средств, природоохранных (экологических) технологий сохранения природной среды и здоровья человека</b>	

<p>ПК-3.1: Способен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять разработку предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции;</li> <li>- осуществлять руководство испытаниями (лабораторными работами) лекарственных средств, исходного сырья, биотехнологических</li> </ul>	
<p>продуктов и биоматериалов (в т.ч. упаковочных материалов), промежуточной продукции и объектов производственной среды;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять разработку предложений по совершенствованию биотехнологий получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов, кормовых, пищевых и лекарственных средств с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур микроорганизмов, животных и растений</li> </ul>	

<p>ПК-3.2: Владеет методами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработки и технологического сопровождения биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, биопрепаратов, биопродуктов и биоматериалов;</li> <li>- производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения);</li> <li>- проведения микробиологических работ, в т.ч. отбора проб, выполнения</li> </ul>	
<p>первичных посевов отобранных проб на питательные среды, анализа посевов микробиологических проб</p>	

<p>ПК-3.3: Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять работы по контролю качества микробиологического, биотехнологического, фармацевтического производства (в т.ч. упаковочных материалов), промежуточной продукции и объектов производственной среды;</li> <li>- выполнять работы по очистке микроорганизмами-деструкторами почв, поверхностных и грунтовых вод от промышленных загрязнений;</li> <li>- выполнять работы по восстановлению плодородия почв посредством применения полифункциональных микробных и биотехнологических препаратов;</li> <li>- выполнять работы по</li> </ul>	
<p>локализации и ликвидации очагов вредных организмов с применением биотехнологических методов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять работы по оценке состояния и продуктивности водных экосистем</li> </ul>	

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=16848>.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,89 (32)</b>	
занятия лекционного типа	0,44 (16)	
практические занятия	0,44 (16)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,11 (76)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»</b>									
	1. Тема 1.1. Актуальные исследования в области полимерных материалов биомедицинского назначения. Современное состояние и перспективы. Потребности реконструктивной медицины в новых материалах и изделиях	1							
	2. Модуль 1. Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»							12	



<p>3. 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 коллекцией образцов биоматериалов, описанием их свойств и областями применения: изучают образцы полимерной продукции биомедицинского назначения</p>					2			
<b>2. Материалы медико- биологического назначения</b>								
<p>1. Тема 2.1. Материалы, совместимые с живым организмом. Свойства. Понятие биосовместимости. 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</p>	2							

<p>2. 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 будут использованы на последующих занятиях</p>								
<p>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</p>	10				2			

3. Модуль 2. Материалы медико-биологического назначения								16	
<b>3. Методы изучения материалов биомедицинского назначения</b>									
1. Тема 3.1. Система методов и тестов, применяемая в биомедицинском материаловедении. Биомедицинское тестирование биоматериалов. Тестирование биоматериалов на биосовместимость. Международная система тестов для оценки биосовместимости медицинских материалов и изделий	2								
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									

<p>2. 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 в водных 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>					2			
<p>3. Модуль 3. Методы изучения материалов биомедицинского назначения</p>							12	
<p><b>4. Тканевая реакция на имплантаты</b></p>								

1. 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	1							
2. Модуль 4. Тканевая реакция на имплантаты							16	
<b>5. Механизмы биодеструкции имплантатов</b>								
1. Тема 5.1. Биоразрушаемые материалы. Механизм биоразрушения. Природные биоразрушаемые материалы: хитизан, альгинаты, гиалуроновая кислота, коллаген, фибрин, полигидроксиалканоаты	1							
2. Модуль 5. Механизмы биодеструкции имплантатов							16	
<b>6. Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии</b>								

<p>1. Тема 6.1. История и проблемы развития культивирования животных клеток, становления и развития клеточных технологий. Источники и типы клеток</p> <p>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</p> <p>Тема 6.3. Клеточные технологии и тканевая инженерия. Принципы и основные подходы. Материалы, примененные для изготовления клеточных матриц. Методы конструирования дву-, трехмерных матриц из различных типов биоматериалов с применением техники испарения растворителя, контактного прессования, экструзии. Методы получения пористых матриц</p>	2							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. Тема 6.1. Знакомство с правилами работы на современном оборудовании, необходимом для клеточных технологий</p> <p>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 Вгисвек, США) . Требованиями к спецодежде и правилам безопасной работы с клеточными культурами. Цель работы – усвоение правил работы с клеточными культурами и использованием специализированным оборудованием</p> <p>Тема 6.2. Посуда в клеточной лаборатории и питательные среды. Приготовление питательной среды для пересева клеток</p> <p>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> <p>Тема 6.3. Пересев клеток. Окраска и подсчет клеток. Фотографирование</p> <p>Цель – приобретение знаний и навыков культивирования клеток. Будет взята клеточная линия (на примере суспензионной культуры фибробластов мыши), 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>	15				2			
--	----	--	--	--	---	--	--	--

3. Модуль 6. Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии								16	
<b>7. Специфика технологии ведения клеточных культур</b>									
1. 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	2								
2. 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 ткани кожных покровов). Будут засеяны культурой пластиковые культуральные планшеты, а также пленки из биопластика, приготовленные студентами ранее. Культуры будут помещены в гумидную среду в CO <sub>2</sub> -инкубатор. На следующем занятии будет произведено микроскопирование культур с применением инвертированного микроскопа и оценена адгезия и количество клеток на разных подложках (матриксах)					2				
3. Модуль 7. Специфика технологии ведения клеточных культур								16	
<b>8. Новейшие клеточные технологии</b>									



1. Тема 8.1. 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	1							
2. 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					2			
3. Модуль 8. Новейшие клеточные технологии							16	
Всего	12				12		120	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Джаксон М. Б. Молекулярная и клеточная биофизика: пер. с англ. (Москва: Мир).
2. Льюин Б., Кофиади И. А., Усман Н. Ю., Турчанинова М. А., Савилова А. М., Ребриков Д. В. Гены: [учебник](Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний).
3. Льюин Б., Кассимерис Л., Лингаппа В. П., Плоппер Д., Филиппович И. В., Ченцов Ю. С. Клетки: [учебник](Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний).
4. Штильман М. И. Полимеры медико-биологического назначения: учебное пособие для вузов по специальности 250500 "Химическая технология высокомолекулярных соединений"(Москва: Академкнига).
5. Конки Д., Эрба Э., Гриффитс Б., Фрешни Р. А. Культура животных клеток. Методы: перевод с английского(Москва: Мир).
6. Волова Т. Г. Современные проблемы и методы биотехнологии: учеб. программа дисциплины [для студентов программы подг. 020400.68 «Биология»](Красноярск: СФУ).
7. Фрешни Р. Я. Культура животных клеток: практическое руководство: пер. с 5-го англ. изд.(Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний).
8. Хенч Л., Джоунс Д. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей: Монография(Москва: Техносфера).
9. Волова Т.Г., Шишацкая Е.И., Миронов П.В., Франк Л.А. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины(Красноярск: ИПК СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Работа осуществляется при помощи широкого спектра лицензионных программных продуктов, закупленных по программе развития СФУ: Microsoft Office, Adobe Photoshop, CorelDRAW, Adobe Illustrator и др., а так же современных информационных технологий (электронные базы данных, Internet).

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. В рамках изучения дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:
  2. 1 Антиплагиат. ВУЗ <http://sfukras.antiplagiat.ru>
  3. 2 Ист Вью (EastView): <http://www.ebiblioteka.ru>

4. 3 Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU):  
<http://elibrary.ru>
5. 4 Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина:  
<http://www.prilib.ru>
6. 5 Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ): <http://uisrussia.msu.ru>
7. 6 Электронно-библиотечная система «ИНФРА-М»:  
<http://www.znanium.com>
8. 7 Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт <http://rucont.ru>
9. 8 Электронно-библиотечная система «Лань»: <http://e.lanbook.com>
10. 9 Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»:  
<http://ibooks.ru>

### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

### **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Необходимое для реализации дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» материально-технического обеспечения включает в себя:

- учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс;
- компьютерный класс, укомплектованные современными компьютерами, классы на 15 рабочих мест с выходом в Интернет.

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

Высокоскоростная центрифуга Avanti J-26XPI фирмы «Beckman Int.» (США).

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

Роторный вакуумный испаритель Rotovapor R 2000/250 фирмы «Büchi» (Швейцария).

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

Вытяжной шкаф LABCONCO (США) (серия 070976143V).

Термостат модель BD-115, BINDER (Германия).

Хроматомасс-спектрометр Agilent 5975Inert, фирмы Agilent (США).

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

Сухожаровой шкаф Binder GmbH (Германия).

Стационарный рН-метр фирмы «Sartorius» (Германия).

Хроматограф для гель-проникающей хроматографии Waters Breeze System, фирмы «Waters» (США).

Автоматический лабораторный пресс Calver 3887/4SDOBOI (США).

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

Лабораторная система PDS 2010 Labcoater™ для нанесения полимерных покрытий и влагозащиты фирмы «Labcoater» (США).

Ультразвуковой гомогенизатор Sonicator 3000 фирмы «Misonix Incor» (США).

Электрическая верхнеприводная мешалка фирмы «Heidolph».

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

Термоупаковочная машина NS 1000 фирмы «Howo Gmbu» (Германия).

Стерилизующая система «Sterrad NX» фирмы «Johnson & Johnson» (США).

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

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

Вертикальный низкотемпературный морозильник фирмы «New Brunswick scientific» (США).

СО<sub>2</sub>-инкубатор фирмы «New Brunswick Scientific» (США).

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

Инвертированный микроскоп фирмы «ЛОМО» (Россия).

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

Дезинфекционно-моечный автомат G 7883 CD фирмы «LABCONCO» (США).

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