

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Институт фундаментальной медицины и биологии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по дополнительному образованию
И.А. Хайруллин

(подпись)

« » 2025 г.



Дополнительная профессиональная образовательная программа
повышения квалификации
«Разработка биосовместимых материалов для тканевой инженерии»

Руководитель
образовательной программы

«28» ноября 2025 г.

(подпись)

Исупов Е. А.
(инициалы, фамилия)

Директор Института
фундаментальной медицины и биологии

«28» ноября 2025 г.

(подпись)

А.П. Киясов

Казань – 2025

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы

Целью реализации программы повышения квалификации является углубление знаний и совершенствование профессиональных компетенций специалистов в области клеточной биологии и трансплантологии.

1.2. Планируемые результаты обучения

1.2.1. Перечень профессиональных компетенций, подлежащих совершенствованию (качественному изменению) в результате обучения:

Программа направлена на развитие умений и навыков, необходимых для разработки тканеинженерных конструкций и использования этих знаний в научных исследованиях, а также на совершенствование следующих профессиональных компетенций:

- готовность к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы;
- готовность к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем;
- готовность к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.

1.2.2. Планируемые знания и умения, обеспечивающие формирование и совершенствование компетенций:

В результате изучения программы повышения квалификации обучающиеся должны:

знать:

Основные понятия и определения в области тканевой инженерии и биосовместимых материалов.

Исторический аспект развития тканевой инженерии и ключевые технологические достижения.

Классификацию и свойства природных и синтетических биоматериалов, используемых в медицине.

Методы получения, обработки и модификации биоматериалов для повышения их биосовместимости и функциональности.

Современные направления и перспективы развития области, такие как 3D-печать, нанотехнологии, клеточные технологии.

Основные критерии оценки эффективности и безопасности биоматериалов и искусственных тканей.

Области клинического применения материалов и технологий тканевой инженерии.

уметь:

Анализировать свойства различных биоматериалов и выбирать их в зависимости от назначения.

Оценивать соответствие биоматериалов требованиям биосовместимости и функциональности.

Разрабатывать концепции и предложения по созданию новых материалов и методов для тканевой инженерии.

Использовать современные технологические средства, такие как системы моделирования и 3D-печати, для разработки биоткани.

Оценивать перспективы внедрения новых технологий и материалов в клиническую практику.

Вести обсуждения, связанные с особенностями применения материалов в различных областях медицины и биотехнологии.

Анализировать свойств и характеристик биоматериалов, включая их структурные, механические и биологические показатели, для выбора оптимальных вариантов для конкретных задач.

1.3. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение (при необходимости)

Лица, имеющие неполное высшее или высшее образование в области естественных наук.

1.4. Программа разработана на основе:

- Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

- Федерального закона от 29.12.2015 №389-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

- Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 марта 2025 г. N 266 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

- Профессионального стандарта «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденного приказом Минтруда России от 04.03.2014 № 121н, с изменениями на 12 декабря 2016 года.

1.5. Форма обучения – очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий.

1.6. Формат обучения – гибридный.

1.7 Документ, выдаваемый после завершения обучения: удостоверение о повышении квалификации.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

Наименование раздела	Трудоемкость, час	Аудиторные занятия				Дистанционные занятия			Промежу точная аттестаци я	
		Всего , час.	в том числе			Всего, час.	в том числе		Зачет	Экзамен
			л е к ц и и	лабо рато рные е рабо ты	прак. занят ия, семина ры		лекц ии	прак. занят ия, семина ры		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12
Раздел 1. Введение в тканевую инженерию и биосовместимость	4	-	-	-	-	4	4	0	-	-
Раздел 2. Материалы для тканевой инженерии	10	6	-	2	4	4	4	0	-	-
Раздел 3. Свойства и характеристики биосовместимых материалов.	6	4	-	-	4	2	2	0	-	-
Раздел 4. Методы модификации и функционализации материалов	4	-	-	-	-	4	4	0	-	-
Раздел 5. Применение биосовместимых материалов в клинике	8	4	-	-	4	4	4	0	-	-
Всего	32	14		2	12	18	18		2	
Итоговая аттестация	2	2	-	-	0	0	0	0	2	
Итого	34	16		2	12	18	18		2	

2.2. Календарный учебный график

Период обучения (дни, недели) ¹⁾	Наименование раздела
1 день ¹⁾	Введение в тканевую инженерию и биосовместимость
2 день	Материалы для тканевой инженерии
3 день	Свойства и характеристики биосовместимых материалов
4 день	Методы модификации и функционализации материалов
5 день	Применение биосовместимых материалов в клинике
6 день	Итоговая аттестация
¹⁾ Даты обучения будут определены в расписании занятий при наборе группы на обучение	

2.3. Рабочие программы разделов

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование лабораторных работ (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)
1	2	3	4
Раздел 1. Введение в тканевую инженерию и биосовместимость (4 часа)			
Тема 1.1. История и развитие тканевой инженерии: Обзор возникновения и эволюции области, ключевые открытия и достижения	Обзор истории развития тканевой инженерии, основные понятия и определения, роль и важность биосовместимых материалов. Уделяется внимание требованиям к материалам — безопасность, интеграция, стимулирование регенерации. Представлены современные направления, такие как нанотехнологии и 3D-печать, и их роль в будущем области. (2 ч.)	-	-
Тема 1.2. Биосовместимость материалов для тканевой инженерии	Основные понятия и определения. Ключевые механизмы формирования биосовместимых матриксов. Безопасность, совместимость с организмом, стимулирование регенерации тканей, срок службы матриксов в зависимости от целей терапии. (2 ч.)	-	-
Раздел 2. Материалы для тканевой инженерии (10 часов)			
Тема 2.1. Натуральные	Изучение природных	-	-

компоненты биосовместимых матриц»	материалов, таких как коллаген и гидроксиапатит, их структура и применение. Рассмотрение других натуральных полимеров, их преимущества и сферы использования. Обсуждение композитных материалов и нанотехнологий, методы получения и обработки, особенности их использования для создания биоматериалов. (2 ч.)		
Тема 2.2. Искусственные биосовместимые соединения	Биоматериалы синтетического происхождения: Полимеры (полиэтилен, полиуретан), поликапролактон — преимущества и недостатки, возможности модификации. Композиты и нановещества: Объединение природных и синтетических материалов, наночастицы, наноструктуры для улучшения свойств. Обзор методов получения и обработки: Механическая, химическая, биотехнологическая обработка, 3D-микро- и нано-фабрикация. (2 ч.)	Расчет концентрации биополимеров для формирования биосовместимого гидрогеля (2 ч.)	Проведение анализа возможности адгезии клеток на гидрогеле из натуральных биополимеров с применением методов клеточной биологии и микроскопии (4 ч.)

Раздел 3. Свойства и характеристики биосовместимых материалов (6 часов)				
Тема	3.1.	Биоразлагаемость и биоостеоиндукция: способность материалов постепенно разлагаться и стимулировать остеогенез. Механические свойства: Прочность, эластичность, износостойкость — важные параметры для различных типов тканей. Гидрофильность и поверхностные характеристики: Влияние на клеточную адгезию, миграцию и адгезию белков. Адгезия и миграция клеток: Обеспечение роста и дифференцировки клеток на поверхности материала. Иммунологическая совместимость: Предотвращение иммунных реакций и воспалений после имплантации (2 ч.)	-	Проведение анализа жизнеспособности клеток, растущих на биосовместимом гидрогеле, с применением дифференциального окрашивания клеток и анализа ферментативной активности клеток (4 ч.)
Раздел 4. Методы модификации и функционализации материалов (4 часа)				
Тема	4.1.	Поверхностная обработка и покрытие: Использование биосовместимых мембран, гидрогелей, покрытия с белками и полимерами для повышения совместимости. Биодекорация и биомиметика: Создание	-	-

	структуры, максимально похожей на натуральную ткань для лучшей интеграции. Системы доставки лекарственных веществ: Внедрение факторов роста, цитокинов для стимуляции регенерации. (2 ч.)		
Тема 4.2. Нанотехнологии и генетическая инженерия в модификации биосовместимых материалов	Использование нанотехнологий: Создание наноразмерных структур для улучшения клеточной адгезии и биомиметики. Генетическая и биоинженерная модификация: Внесение изменений в клеточные структуры или материалы для повышения эффективности. (2 ч.)	-	-
Раздел 5. Применение биосовместимых материалов в клинике (8 часов)			
Тема 5.1. Трансплантация, искусственные ткани и органы, децеллюляризация	Ткани и органы для трансплантации: Разработка искусственных органов и тканей для замещения поврежденных, использование бесклеточных естественных тканей. Имплантаты для костной, хрящевой и мягкой ткани (2 ч.)	-	-
Тема 5.2 Трансплантация кожи, типы трансплантатов. Перспективы и	Замещение кожных дефектов и раневые покрытия: Листки гидрогелей, коллагеновые	-	Проведение анализа влагостойкости и гигроскопичности разработанного гидрогеля (4 ч.)

направления применения биосовместимых материалов в клинической практике	мембраны для ускорения заживления. Восстановление сосудов и нервных структур: Биосовместимые трубки, стимуляторы роста для восстановления функций. Текущие проблемы и перспективы: Ограничения текущих технологий, необходимость индивидуализации, перспективы развития и новые направления исследований. (2 ч.)		
---	--	--	--

2.4. Оценка качества освоения программы (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

2.4.1. Форма(ы) промежуточной и итоговой аттестации

Текущий контроль знаний и промежуточная аттестация не предусмотрены.
 Итоговая аттестация – зачет – проводится в форме тестирования.

2.4.2. Оценочные материалы

Итоговая аттестация

Вопросы для тестирования:

Слушателю необходимо выбрать 1 или несколько правильных ответов.

Вопрос	Ответ №1	Ответ №2	Ответ №3
Какие свойства важны для оценки биосовместимости в <i>in vitro</i> ?	Электропроводность и магнитные свойства	Цитотоксичность и способность поддерживать рост клеток	Твердость и теплоизоляция
Какое свойство является ключевым для биосовместимых материалов в тканевой инженерии?	Высокая электропроводность	Энергетический метаболизм остается неизменным благодаря компенсаторным механизмам	Высокая плотность и жесткость
Какой материал чаще всего используют для создания матрикса в тканевой инженерии?	полиэтилен	коллаген	сталь
Что из перечисленного является основным требованием к	Быстрое разложение в организме	Минимальная иммунологическая реакция	Высокая механическая прочность без

биосовместимым материалам?			гибкости
Какое свойство способствует интеграции искусственного материала с живой тканью?	Биодеградация	Биосовместимость и стимулирование миграции клеток	Полное сопротивление биологическому воздействию
Какой подход используется для улучшения внедрения биоматериалов в ткани?	Использование ультразвука для разрушения материала	Модификация поверхности для улучшения клеточной адгезии	Увеличение размера материала
Какое из следующих утверждений верно относительно гидрогелей в тканевой инженерии	Они обладают высокой механической прочностью и низкой водопроницаемостью	Они имитируют натуральный клеточный матрикс и обладают высокой гидрофильностью	Они используются только как средство доставки лекарственных веществ, а не как основа для тканей
Какая технология обычно применяется для декорирования поверхности биоматериалов, чтобы повысить его биосовместимость?	Ацидирование поверхности	Графитизация поверхности	Поверхностное покрытие биосовместимыми полимерами или белками
Почему важна биоразлагаемость при разработке биоматериалов для тканевой инженерии?	Для быстрого разрушения ткани и предотвращения регенерации	Для возможность постепенного замещения материала новой тканью без необходимости его извлечения	Для обеспечения пожизненного присутствия материала в организме
Что такое "регенеративная медицина" в контексте тканевой инженерии?	Использование металлических имплантов для укрепления костей	Восстановление или замещение поврежденных тканей и органов с помощью биосовместимых материалов и стволовых клеток	Замещение тканей искусственным материалом без учета биосовместимости

Оценка результатов:

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений
70 ÷ 100	зачтено
менее 70	не зачтено

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

3.1. Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Учебная аудитория Института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет	Лекции, лабораторные работы	Мультимедийная техника, комплект лицензионного программного обеспечения, компьютер с доступом в «Интернет».
Помещения НИЛ «Молекулярная иммунология»	Практические занятия	Лиофильная сушка Labconco, водяная баня, ламинарный бокс, микроскопы

3.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Список литературы:

1. G. Lanza, R. Langer, J. Vacanti (eds.), "Principles of Tissue Engineering," Academic Press, 2014 — классика в области тканевой инженерии
2. S. Y. Lee et al., "Designing biomaterials for tissue regeneration," Chem. Soc. Rev., 2017
3. J. R. Bryant, S. J. "Controlling the chemical and physical properties of hydrogel scaffolds for tissue engineering," Macromol. Biosci., 2010

3.3. Кадровые условия

Кадровое обеспечение программы осуществляют высококвалифицированные научные сотрудники НИЛ «Молекулярная иммунология» ИФМиБ КФУ.

3.4. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды

Электронные информационные ресурсы	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Платформа Яндекс Телемост	лекции	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер

4. РУКОВОДИТЕЛЬ И АВТОР(Ы) ПРОГРАММЫ

Руководитель: Наumenko Екатерина Анатольевна, ведущий научный сотрудник НИЛ «Молекулярная иммунология».

Автор: Наumenko Екатерина Анатольевна, ведущий научный сотрудник НИЛ «Молекулярная иммунология»

Гурьянов Иван Дмитриевич, ведущий научный сотрудник НИЛ «Молекулярная иммунология».