

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Биоматериаловедение»

Уровень образования: высшее образование – программа
специалитета

Специальность: 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Направленность
(профиль): Биоинженерия

1. Трудоемкость дисциплины: 7 з.е.

2. Место дисциплины в учебном плане: дисциплина «Биоматериаловедение» входит в Блок 1. ««Дисциплины (модули)», часть, формируемую участниками образовательных отношений «Профессиональная подготовка», трек «Промышленная биоинженерия» и изучается в 13-18 модулях (7-9 семестры).

3. Цель дисциплины: научить студентов особенностям разработки материалов для биомедицинских применений; сформировать базовые приемы обеспечения необходимых свойств биоматериалов и создания клеточно-инженерных конструкций.

4. Задачи дисциплины

- Формирование теоретических знаний о составе, структуре и свойствах биоматериалов, используемых в медицине и биотехнологиях, включая неорганические и органические соединения, а также композитные системы.
- Изучение современных методов синтеза, модификации и анализа биосовместимых материалов, включая нанотехнологические подходы и клеточно-инженерные технологии.
- Освоение принципов выбора материалов для конкретных биомедицинских применений (имплантаты, каркасы для тканевой инженерии, доставка лекарств и др.) с учетом их биосовместимости, механических и функциональных свойств.
- Развитие навыков проектирования биоматериалов с заданными характеристиками, включая компьютерное моделирование и экспериментальные методы оптимизации.
- Формирование умений оценивать безопасность и эффективность биоматериалов на основе международных стандартов (ISO, ГОСТ) и клинических требований.

5. Перечень разделов (тем) дисциплины и их краткое содержание:

В ходе дисциплины будут рассмотрены такие темы как неорганические соединения в живых организмах; материалы, применяемые в биологических объектах для замены живых тканей; современные методы получения и исследования биомедицинских материалов. В ходе дисциплины будут рассмотрены перспективные разработки в этой области; возможности использования биотехнологий в науке и технике. Дисциплина позволит обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания биосовместимых материалов и медицинских изделий с заданной структурой и свойствами.

6. Образовательные результаты освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-4. Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования	ИОПК-4.1 Применяет методы биоинженерии и биоинформатики для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами
	ИОПК-4.2 Способен выбирать молекулярно-генетические и молекулярно-биологические методы для решения задач профессиональной деятельности
	ИОПК-4.3 Оценивает и прогнозирует перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств

7. Оценочные и методические материалы

7.1. Оценочные материалы для организации текущего контроля

Тестовые задания

1. Какой из перечисленных материалов чаще всего используется для изготовления костных имплантатов?

- а) Полиэтилен
- б) Гидроксиапатит
- в) Стекло
- г) Резина

Правильный ответ: б) Гидроксиапатит

2. Что из перечисленного НЕ является требованием к биосовместимым материалам?

- а) Токсичность
- б) Механическая прочность
- в) Биосовместимость
- г) Коррозионная стойкость

Правильный ответ: а) Токсичность

3. Какой метод чаще всего используется для исследования поверхности биоматериалов?

- а) Газо-жидкостная хроматография
- б) Сканирующая электронная микроскопия
- в) ПЦР-анализ
- г) Ультрацентрифугирование

Правильный ответ: б) Сканирующая электронная микроскопия

4. Какой из перечисленных полимеров наиболее часто используется в тканевой инженерии?

- а) Поливинилхлорид
- б) Полилактид
- в) Полистирол
- г) Полипропилен

Правильный ответ: б) Полилактид

5. Что означает термин "биодеградируемость" применительно к биоматериалам?

- а) Способность материала накапливать токсины
- б) Способность материала разлагаться в биологической среде
- в) Способность материала проводить электричество
- г) Способность материала изменять цвет

Правильный ответ: б) Способность материала разлагаться в биологической среде

6. Какой международный стандарт регламентирует требования к биосовместимости медицинских изделий?

- а) ISO 9001
- б) ISO 13485
- в) ISO 10993
- г) ISO 14001

Правильный ответ: в) ISO 10993

Вопросы для устного опроса

1. Каковы основные требования к биосовместимым материалам?

2. Какие методы используются для модификации поверхности биоматериалов?

3. В чем преимущества и недостатки металлических имплантатов?
4. Каковы основные этапы разработки нового биоматериала?
5. Какие факторы влияют на биодеградацию полимерных материалов?
6. Как оценивается эффективность биоматериалов *in vitro* и *in vivo*?
7. Каковы современные тенденции в области тканевой инженерии?
8. Какие этические аспекты необходимо учитывать при разработке биоматериалов?

Контрольные работы

Вариант 1

1. Опишите основные классы биоматериалов и приведите примеры их применения в медицине.
2. Разработайте схему тестирования нового полимерного материала для сердечно-сосудистых имплантатов.
3. Проанализируйте преимущества и недостатки керамических материалов в ортопедии.

Вариант 2

1. Охарактеризуйте методы поверхностной модификации металлических имплантатов.
2. Составьте план эксперимента по оценке цитотоксичности нового биоматериала.
3. Сравните свойства природных и синтетических полимеров, используемых в тканевой инженерии.

Вариант 3

1. Опишите принципы создания композитных биоматериалов.
2. Разработайте алгоритм выбора материала для конкретного медицинского применения (на выбор).
3. Проанализируйте современные методы 3D-печати биоматериалов.

7.2. Оценочные материалы для организации промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации: комбинированный экзамен (устная теоретическая часть и решение кейса)

Вопросы к экзамену (14 вопросов)

1. Основные классы биоматериалов и их характеристики.
2. Методы синтеза и модификации биоматериалов.
3. Принципы биосовместимости и методы ее оценки.
4. Современные тенденции в разработке биодеградируемых материалов.
5. Особенности применения металлических материалов в медицине.
6. Полимерные материалы в тканевой инженерии: преимущества и ограничения.
7. Керамические биоматериалы: состав, свойства, применение.
8. Композитные биоматериалы: принципы конструирования.
9. Методы исследования свойств биоматериалов.
10. Международные стандарты в области биоматериаловедения.
11. Этические аспекты разработки и применения биоматериалов.
12. Современные технологии создания клеточно-инженерных конструкций.
13. Применение нанотехнологий в биоматериаловедении.
14. Перспективные направления развития биоматериаловедения.

Критерии оценки

- Глубокое знание материала, свободное владение фактической информацией.
- Умение ориентироваться в основных законах и понятиях, устанавливать связь между ними, делать выводы.

- Ясность и последовательность изложения материала, использование конкретных примеров и фактов.

Практико-ориентированные задачи/кейсы

1. Кейс 1: Пациенту требуется замена поврежденного участка кости. Какие материалы вы предложите и почему?
2. Кейс 2: При тестировании нового полимерного материала обнаружена высокая цитотоксичность. Какие меры можно предпринять?
3. Кейс 3: Необходимо разработать материал для доставки лекарств с контролируемым высвобождением. Опишите возможные подходы.
4. Кейс 4: Как можно улучшить остеointеграцию титанового имплантата?
5. Кейс 5: Предложите стратегию тестирования нового биоматериала перед клиническими испытаниями.

Критерии оценки практико-ориентированных задач (кейсов)

1. Полнота и обоснованность решения (0–10 баллов)

10 баллов – Предложено комплексное решение, учитывающее все аспекты кейса, с научным обоснованием выбора материалов/методов.

7–9 баллов – Решение достаточно полное, но есть незначительные упущения в аргументации.

4–6 баллов – Решение частичное, без глубокого анализа или с ошибками в обосновании.

0–3 балла – Ответ поверхностный, без опоры на теорию или практику.

2. Соответствие профессиональным стандартам (0–8 баллов)

8 баллов – Учтены требования ISO, ГОСТ, клинические нормы и этические принципы.

5–7 баллов – Стандарты упомянуты, но не все применены системно.

2–4 балла – Отсутствие ссылок на нормативные документы.

3. Креативность и инновационность (0–7 баллов)

7 баллов – Предложены оригинальные идеи с использованием современных технологий (например, 3D-печать, наномодификации).

4–6 баллов – Использованы стандартные методы с элементами новизны.

1–3 балла – Решение шаблонное, без инновационных элементов.

4. Практическая реализуемость (0–7 баллов)

7 баллов – Решение экономически и технически осуществимо, есть этапы внедрения.

4–6 баллов – Требует доработки для практического применения.

1–3 балла – Не реализуемо в текущих условиях.

5. Оформление и структура ответа (0–5 баллов)

5 баллов – Четкая структура (проблема – анализ – решение), графики/схемы при необходимости.

3–4 баллов – Логичные, но недостаточно детализированные ответы.

1–2 балла – Отсутствие структуры, затрудненное восприятие.

6. Работа с дополнительными вопросами (0–3 балла)*

(Для устной защиты)

3 балла – Уверенные и аргументированные ответы на уточняющие вопросы.

1–2 балла – Частичные или неуверенные ответы.

Шкала итоговой оценки кейса:

35–40 баллов – «Отлично» (решение профессиональное, инновационное и полное).

25–34 балла – «Хорошо» (незначительные недочеты в обосновании или реализации).

15–24 балла – «Удовлетворительно» (решение требует доработки).

Менее 15 баллов – «Неудовлетворительно» (критические пробелы в знаниях).

7.3. Методические рекомендации

Обучение по дисциплине предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции и практические занятия) и в ходе самостоятельной работы студентов. Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

Обучение по дисциплине проводится последовательно путем чтения лекций с углублением и закреплением полученных знаний в ходе самостоятельной работы с последующим переводом знаний в умения в ходе практических занятий. На лекциях излагаются лишь основные, имеющие принципиальное значение и наиболее трудные для понимания и усвоения вопросы. Теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются на практических занятиях. Практические занятия дисциплины предполагают их проведение в различных формах с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций с проведением контрольных мероприятий. С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса.

Получение углубленных знаний по изучаемой дисциплине достигается за счет дополнительных часов к аудиторной работе самостоятельной работы студентов. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с дополнительной научной литературой по проблематике дисциплины, анализа научных концепций и современных подходов к осмыслению рассматриваемых проблем. К самостоятельному виду работы студентов относится работа в библиотеках, в электронных поисковых системах и т.п. по сбору материалов, необходимых для проведения практических занятий или выполнения конкретных заданий преподавателя по изучаемым темам. Обучающиеся могут установить электронный диалог с преподавателем, выполнять посредством него контрольные задания.