

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт «Умные материалы и технологии»

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор Института «Умные  
материалы и технологии»  
И.А. Курзина

Оценочные материалы по дисциплине

**Биоматериаловедение**

по направлению подготовки

**27.03.05 Инноватика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Tomsk International Science Program, с профессиональным модулем Молекулярная  
инженерия / Molecular Engineering**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Инженер**

Год приема  
**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
И.А. Курзина

Председатель УМК  
Г.А. Воронова

## **1 Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 . Способен формулировать и анализировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний естественных, математических и технических наук, с учетом требований законодательства.

ОПК-2 . Способен подготовить и представить результаты выполненной работы и исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов.

ОПК-3 . Способен применять современные информационные компьютерные технологии, обрабатывать и использовать новую информацию в предметной области.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.2. Умеет анализировать исходные данные в профессиональных задачах на основе знаний естественных, математических и технических наук, нормативов, регулирующих научную и производственную деятельность.

РООПК-2.1. Знает методы обработки, анализа и обобщения научно-технической информации и результатов работы, исследования. Основные требования к представлению результатов выполненной работы, исследования в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов.

РООПК-3.1. Знает принципы работы современных информационных компьютерных технологий, программ и сред.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- устный опрос;
- индивидуальное домашнее задание.

### **2.1. Устный опрос (РООПК-1.2, РООПК-3.1)**

«Введение в медицинскую технологию»

1. Какие нормативные акты используются для регулирования оборота медицинских изделий в РФ и в мире?
2. Какова классификация медицинских изделий (с примерами)?
3. Какова классификация материалов для медицинских изделий (с примерами)?
4. Что такое жизненный цикл технологии с примерами технологий на каждой стадии?
5. Какова классификация рисков для медицинских изделий (с примерами)?

«Взаимосвязь структуры и свойств биосовместимых материалов, методы исследования»

1. Общая характеристика диаграмм состояния для двух- и трёхкомпонентных систем.
2. Правило фаз Гиббса для двух- и трёхкомпонентных систем.
3. Виды и особенности диаграмм состояния двухкомпонентных систем.

«Металлы и сплавы для регенеративной медицины»

1. Какие сплавы используются в медицине (с примерами)?
2. Какова структура сплавов и как от неё зависят механические свойства и свойства поверхности?
3. Виды коррозии сплавов и какое она оказывает влияние на биосовместимость?

#### «Полимерные материалы в медицине»

1. Приведите примеры использования полимеров в медицине.
2. Какое влияние молекулярной массы и структуры полимерного материала на его функциональные свойства?
3. Какие методы переработки полимеров используются для получения медицинских изделий (с примерами)?
4. Чем отличаются термомеханические кривые кристаллического и аморфного полимера?
5. На чем основан метод ИК-спектроскопии? Какие виды колебаний существуют?
6. Что такое батохромный и гипсохромный эффекты? Как они проявляются в ИК-спектроскопии?
7. Что такое гидрофильность и гидрофобность материалов? Какова связь поверхностной энергии и смачиваемости?

#### «Керамические материалы в медицине»

1. Какие виды керамики используются в медицине (с примерами)?
2. Чем отличается структура керамики от структуры металлов и полимеров?
3. Какие способы получения изделий из керамики существуют, как они влияют на свойства материала?

#### «Биокомпозиты»

1. Что такое композитный материал? Роль границы раздела фаз в формировании композиционного материала? Что такое наполнитель и матрица композита?
2. Какова классификация композиционных материалов по типу наполнителя?
3. Какова классификация композиционных материалов по типу матрицы?
4. Изотропия и анизотропия свойств композиционных материалов.

#### «Инжиниринг тканей. Взаимодействие материала и с системами организма. Биосовместимость»

1. Какие существуют биосовместимые каркасы?
2. Дезинфекция и стерилизация, в чём разница? Какие способы стерилизации используются для медицинских изделий?
3. Как можно оценить биосовместимость материалов?

Оценка «зачтено» - студент отвечает на вопрос развернуто с примерами.

Оценка «не зачтено» отвечает на вопросы кратко, односложно либо не отвечает на вопросы.

## 2.2 Домашнее задание

#### «Физико-химические основы материалов для регенеративной медицины»

1. Решите задачу
  - По полученной рентгенограмме и штрих-рентгенограммам эталонных веществ и определите какая фаза (фазы) содержится в данном образце.
  - Используя уравнение Шеррера, рассчитайте область когерентного рассеяния образца для каждой обнаруженной фазы?
  - Определите степень кристалличности обнаруженных фаз.

#### «Практическое использование материалов в медицине. Клинические потребности и требования к материалам»

Составьте небольшую аналитическую записку (с указанием источников) на тему «Материалы для ... и требования к ним» на один из предложенных разделов:

- восстановления костей и суставов,
- материалы для сердечных клапанов и сосудов,
- тканевые скаффолды,
- материалы для восстановления кожных покровов,
- материалы для адресной доставки лекарств

«Улучшение биосовместимости материалов»

Выберите один материал, используемый в медицине и в виде краткой презентации опишите какой тип модификации подходит для улучшения поверхностных свойств этого материала, опишите плюсы и минусы использования данного подхода?

Домашнее задание оформляется в виде презентации.

Оценка «зачтено» - студент определяет требуемые параметры, аргументирует свои ответы, приводит примеры литературы.

Оценка «незачтено» - студент не определяет требуемые параметры, не аргументирует свои ответы, не приводит примеры литературы.

### **3 Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и две задачи, проверяющие РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-3.1.

#### **3.1 Перечень теоретических вопросов промежуточной аттестации**

1. Приведите примеры типичных металлов, керамики и полимеров в медицине и устройств на их основе.

2. Что означает «биосовместимость»? Кратко опишите различные аспекты биосовместимости и добавьте один пример, чтобы прояснить эффект.

3. Опишите жизненные циклы жизни технологий и продуктов и приведите примеры.

4. Приведите 3 примера методов (+ краткое описание) улучшения биосовместимости поверхности.

5. Опишите, какими методами мы будем изучать фазовый состав и морфологию поверхности материалов. Укажите, на какие моменты следует обратить внимание в исследовании?

8. Опишите разницу между острыми и хроническими ранами. Какие материалы и системы используются при лечении?

9. Каково определение композитных материалов? Какие существуют классификации композиционных материалов?

10. Охарактеризуйте важнейшие свойства наполнителей композиционных материалов.

11. Охарактеризуйте важнейшие свойства матричных типов композиционных материалов.

12. Опишите способы получения новых биосовместимых композиционных материалов.

13. Какие нормативные акты используются для регулирования оборота медицинских изделий в РФ и в мире? Какова классификация материалов для медицинских изделий?

Жизненный цикл технологии и классификация рисков для медицинских изделий?

14. Дайте общую характеристику диаграмм состояния для двух- и трёхкомпонентных систем. Правило фаз Гиббса для двух- и трёхкомпонентных систем.

3.4 Опрос по лекционному материалу «Металлы и сплавы для регенеративной медицины»

15. Опишите структуру сплавов и как от неё зависят механические свойства и свойства поверхности?

16. Опишите механизмы коррозии сплавов и керамики, какое она оказывает влияние на биосовместимость?

17. Роль молекулярной массы и структуры полимерного материала на его функциональные свойства?

18. Методы переработки полимеров используются для получения медицинских изделий? Термомеханические кривые кристаллического и аморфного полимера.

19. Метод ИК-спектроскопии? Виды колебаний. Батохромный и гипсохромный эффекты.

20. Гидрофильность и гидрофобность материалов. Связь поверхностной энергии и смачиваемости поверхности.

21. Керамика, структура, способы получения изделий. Влияние способа получения керамики на свойства изделия.

22. Определение композитного материала. Роль границы раздела фаз в формировании композиционного материала. Наполнитель и матрица композита.

23. Классификация композиционных материалов по типу наполнителя и матрицы. Изотропия и анизотропия свойств композиционных материалов.

24. Требования к материалам для восстановления различных органов и тканей (костей и суставов, материалы для сердечных клапанов и сосудов, тканевые скаффолды, материалы для восстановления кожных покровов, материалы для адресной доставки лекарств).

### 3.2 Перечень задачи 1 промежуточной аттестации

1) Дано: рентгенограмма вещества.

Требуется: определить ОКР и кристалличность образца

2) Для расплавов, соответствующих точкам  $a_1$ ,  $a_2$ , и  $a_3$ , определить:

- их концентрации;

- температуры начала и окончания кристаллизации;

- количество жидкой и твердой фаз при охлаждении расплава  $a_1$  до температуры  $t$ ; определить при  $t$  состав твердой фазы и концентрацию образующейся жидкой фазы

3) Рассчитайте поверхностную энергию материала если краевой угол смачивания водой и глицерином равен (см. таблицу) градусов соответственно.

Контактный угол, °	Вода	12	28	33	11	47	95	76	11
	Глицерин	120	20	92	39	84	17	22	44

### 3.3 Перечень задачи 2 промежуточной аттестации

1. Предположите, как изменится ИК-спектр материала после химической модификации поверхности (см. таблицу)

Материал	Поливиниловый спирт	Хитин	Поливиниловый спирт	Полиакриловая кислота	Полиакриловая кислота
Модификатор	Глиосаль	Едкий натр	Ацетальдегид	Этанол	Поливиниловый спирт

2. Опишите как изменится гидрофильность и элементный состав поверхности материала после эксперимента оценки деградации его в лабораторных условиях ( $T = 37^\circ$ ,  $pH = 7.4$  (натрий-фосфатный буфер), 30 суток), предложите способ доказательства этих изменений.

- полилактид,

- гидроксиапатит,

- цирконий-оксидная керамика,
- CoMoV сплав,
- полиэтилен (УСВМП).

Результаты экзамена с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» свободно владеет материалом, отвечает на вопросы, приводит примеры применения, решает задачи.

Оценка «хорошо» отвечает на вопросы, испытывает сложности с приведением примеров применения, решает задачи.

Оценка «удовлетворительно» отвечает на вопросы кратко, односложно, решает одну задачу.

Оценка «неудовлетворительно» не отвечает на вопросы, не решает задачи.

#### 4 Оценочные средства для контроля остаточных знаний

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Приведите примеры типичных металлов, керамики и полимеров, используемых в медицине, а также устройства, основанные на этих материалах.

2. Что подразумевается под понятием «биосовместимость»? Кратко охарактеризуйте различные аспекты биосовместимости и приведите один пример, иллюстрирующий данный эффект.

3. Опишите жизненные циклы технологий и продуктов. Приведите релевантные примеры.

4. Укажите три метода (с кратким описанием) улучшения биосовместимости поверхности материалов.

5. Какие методы будут использоваться для изучения фазового состава и морфологии поверхности материалов? Обратите внимание на ключевые аспекты, требующие внимания в ходе исследования.

6. В чем заключается разница между острыми и хроническими ранами? Какие материалы и системы применяются при их лечении?

7. Дайте определение композитных материалов. Какие существуют классификации композиционных материалов?

8. Охарактеризуйте основные свойства наполнителей композиционных материалов.

9. Охарактеризуйте важнейшие свойства матричных типов композиционных материалов.

10. Опишите методы получения новых биосовместимых композиционных материалов.

Примеры задач:

Задача 1.

Дано: рентгенограмма вещества.

Требуется: определить ОКР и кристалличность образца

Задача 2.

Для расплавов, соответствующих точкам  $a_1$ ,  $a_2$ , и  $a_3$ , определить:

- 1) их концентрации;
- 2) температуры начала и окончания кристаллизации;
- 3) количество жидкой и твердой фаз при охлаждении расплава  $a_1$  до температуры  $t$ ; определить при  $t$  состав твердой фазы и концентрацию образующейся жидкой фазы

Задача 3.

Рассчитайте поверхностную энергию материала если краевой угол смачивания водой и глицерином равен 82 и 18 градусов соответственно.

### **Информация о разработчиках**

Курзина Ирина Александровна, д.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой природных соединений, фармацевтической и медицинской химии ХФ НИ ТГУ

Лыткина Дарья Николаевна, к.т.н., старший преподаватель, кафедра природных соединений, фармацевтической и медицинской химии ХФ НИ ТГУ