

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет  
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)**

**Институт нейронаук и нейротехнологий**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Директор Института нейронаук и  
нейротехнологий,  
Доктор биологических наук, профессор**

\_\_\_\_\_ **В.В.Белоусов**

**«15 января» 2026 года**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по учебной дисциплине**

**«БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОТЕЗЫ»**

**для образовательной программы высшего образования -  
программы магистратуры  
по направлению подготовки  
12.04.04 Биотехнические системы и технологии**

**направленность (профиль) образовательной программы  
Инженерные нейротехнологии**

**Магистр  
Квалификация (степень) выпускника**

**Москва 2026**

Фонд оценочных средств составлен в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии одобрен и обсужден на ученом совете Института нейронаук и нейротехнологий от 15 января 2026 года.

**ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ  
ПРОТЕЗЫ»**

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль) образовательной программы: инженерные нейротехнологии.

| № | Контролируемые разделы дисциплины   | Индекс контролируемой компетенции (или ее части)  | Оценочные средства | Способ контроля |
|---|---|---|--------------------|-----------------|
| 1 | Раздел 1. Основы мехатроники  | ОПК-1.ИД1   | Вопросы 1-6        | Текущий         |
| 2 | Раздел 2. Основные компоненты мехатронных систем                          | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-1.ИД2<br>ОПК-1.ИД3<br>ОПК-1.ИД4<br>ОПК-1.ИД5<br>ПК-1.ИД1<br>ПК-1.ИД2<br>ПК-1.ИД3                           | Вопросы 7-21       | Текущий         |
| 3 | Раздел 3. Микроконтроллеры и встроенные системы                           | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-1.ИД2<br>ОПК-1.ИД3<br>ОПК-1.ИД4<br>ОПК-1.ИД5<br>ОПК-3.ИД1<br>ОПК-3.ИД2<br>ПК-1.ИД1<br>ПК-1.ИД2<br>ПК-1.ИД3 | Вопросы 22-29      | Текущий         |
| 4 | Раздел 4. Управление движением мехатронных систем.                        | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-2.ИД1<br>ОПК-2.ИД2<br>ОПК-3.ИД4  | Вопросы 30-39      | Текущий         |
| 5 | Раздел 5. Кинематика и динамика движений человека. Двигательный контроль. | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-3.ИД4<br>ОПК-2.ИД2   | Вопросы 40-50      | Текущий         |
| 6 | Раздел 6. Биомеханика тканей.   | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-2.ИД2<br>ОПК-3.ИД4<br>ПК-2.ИД3   | Вопросы 51-59      | Текущий         |
| 7 | Раздел 7. Биомедицинские мехатронные системы, протезы.                    | ОПК-3.ИД3<br>ОПК-1.ИД5<br>ПК-2.ИД3  | Вопросы 60-71      | Текущий         |

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | Индекс компетенции и её содержание   | Дескрипторы   |   |   |
|---|--|---|---|---|
|   |  | знать   | уметь   | владеть практическим опытом (трудовыми действиями)  |
| 1 | <b>ОПК-1.ИД1</b> – Проводит анализ научно-технической литературы и технической документации лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.              | -Основные классы медицинских мехатронных систем и протезов<br>-Ключевые параметры мехатронных устройств и их влияние на функциональность протеза.   | -Анализировать и интерпретировать технические спецификации компонентов протезов (моторов, редукторов, датчиков, актуаторов).<br>-Оценивать представленные в литературе решения конкретных задач протезирования. | -Поиск и анализа научных публикаций и технической документации по мехатронике и биомеханическому протезированию.      |
| 2 | <b>ОПК-1.ИД2</b> – Осуществляет проектирование, техническое сопровождение и модернизацию узлов и модулей лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы. | -Архитектуру мехатронных модулей протезов: сенсорные системы, приводы, системы управления.<br>-Принципы синхронизации и интеграции электромеханических узлов протеза в единую систему.<br>-Требования к жесткости, люфту и энергопотреблению протеза. | -Разрабатывать кинематические и динамические модели мехатронных узлов протезов для расчёта требуемых параметров приводов.<br>-Проектировать схемы управления движением мехатронных компонентов.                 | -Разработка функциональных схем и технических заданий на отдельные узлы мехатронного протеза.                         |
| 3 | <b>ОПК-1.ИД3</b> – Выполняет наладку, диагностику, калибровку и техническое обслуживание приборов, установок и их модулей для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.           | -Методы тестирования и диагностики основных компонентов мехатронного протеза.<br>-Процедуры наладки и калибровки мехатронных узлов: выравнивание осей, проверка люфтов, настройка параметров управления.  | -Выявлять типичные неисправности мехатронных протезов.<br>-Проводить инструментальную диагностику узлов мехатронных систем.   | -Проведение профилактического технического обслуживания мехатронных протезов.   |
| 4 | <b>ОПК-1.ИД4</b> – Разрабатывает технические задания, конструкторскую и эксплуатационную документацию на лабораторное оборудование и его модификации, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.   | -Содержание и структуру технических заданий на изготовление модулей мехатронных систем.<br>-Стандарты безопасности для протезов и ортезов.  | -Полностью или частично разрабатывать конструкторскую документацию: схемы сборки, сборочные чертежи, спецификации компонентов для мехатронного  | -Участие в написании технических заданий и конструкторской документации на изготовление модулей мехатронных протезов. |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   |  |  | протеза.<br>-Подготавливать инструкции по эксплуатации протеза с описанием режимов работы, обслуживания, требований по безопасности.   |  |
| 5 | <b>ОПК-1.ИД5</b> – Организует мелкосерийное производство приборов, установок для биологических, биомедицинских и физиологических исследований и их модулей, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.   | -Процессы сборки и изготовления модулей мехатронных протезов.<br>-Методы функционального тестирования протезов.  | -Планировать производственные процессы для мелкосерийного выпуска модулей и прототипов мехатронных протезов.<br>-Осуществлять функциональное тестирование изготовленных модулей и прототипов.      | -Участие в подготовке производственной документации.<br>-Организация функционального тестирования модулей и прототипов мехатронных протезов. |
| 6 | <b>ОПК-2.ИД1</b> – Проводит поиск информации, интерпретирует данные научных публикаций и результатов научного исследования в области создания исследовательского оборудования, биотехнических и мехатронных систем и технологий, предназначенных для биологических, биомедицинских и физиологических исследований. | -Основные источники научной и технической информации по мехатронике, биомеханике и протезированию.   | -Проводить поиск и анализ опубликованных данных о производительности и надёжности различных конструкций мехатронных протезов.<br>-Выявлять инновационные и перспективные подходы в протезировании. | -Поиск и анализ литературы по современным решениям в области протезирования конкретного типа конечности.                                     |
| 7 | <b>ОПК-2.ИД2</b> – Планирует, разрабатывает и проводит научные исследования в области создания исследовательского оборудования, а также в областях биотехнических и мехатронных систем и технологий.   | -Основные этапы разработки и испытания мехатронного протеза.<br>-Ключевые оцениваемые показатели (функциональность, устойчивость управления, энергопотребление, комфорт пользователя, безопасность). | -Формулировать научные и технические задачи в ходе разработки прототипа мехатронного протеза.<br>-Разрабатывать план экспериментов по тестированию и валидации прототипа протеза.                  | -Планирование и проведение экспериментальных работ по оценке функциональности и надёжности разработанного мехатронного протеза.              |
| 8 | <b>ОПК-3.ИД2</b> – Применяет информационные технологии в профессиональной деятельности   | -Архитектуру микроконтроллеров и встроенных систем реального времени, пригодными для управления мехатронными протезами.  | -Программировать микроконтроллеры для реализации алгоритмов управления суставами протеза.<br>-Использовать численные инструменты для   | -Полная или частичная разработка встроенного ПО для управления мехатронным протезом и обработки сигналов от его сенсоров.                    |

|    |  |   |   |  |
|----|--|---|---|--|
|    |  | -Основы цифровой обработки сигналов от датчиков протеза и алгоритмы устойчивого управления его движением в реальном времени.  | симуляции и виртуального тестирования мехатронных систем.   |  |
| 9  | <b>ОПК-3.ИД4</b> – Применяет основные фундаментальные математические, физико-химические и биологические знания для решения профессиональных задач, используя информационные технологии | Математические основы описания движения мехатронных систем: кинематика, динамика, уравнения в пространстве состояний для суставов протеза.  | -Применять методы численного моделирования для анализа динамики, валидации характеристик мехатронного протеза и расчета коэффициентов для устойчивого управления его движением.                           | -Численная симуляция движения мехатронных протезов.<br>-Расчет коэффициентов устойчивого управления движением. |
| 10 | <b>ПК-1.ИД1</b> – Осуществляет монтаж, сборку и наладку электронных и мехатронных модулей лабораторных приборов и установок  | -Процессы сборки и монтажа электронных и мехатронных компонент протезов.<br>-Требования к качеству сборки: герметичность, выравнивание осей, отсутствие люфтов для обеспечения надёжной работы протеза. | -Выполнять монтаж электронных компонентов и датчиков на печатную плату или непосредственно в корпус протеза.<br>-Осуществлять установку и наладку мехатронных узлов протеза.                              | -Сборка и начальная наладка мехатронных модулей протезов в условиях мастерской.                                |
| 11 | <b>ПК-1.ИД2</b> – Выполняет диагностику, техническое обслуживание, ремонт и модернизацию узлов лабораторного оборудования  | -Типичные неисправности мехатронных протезов и методы их локализации.<br>-Основные процедуры технического обслуживания протезов.  | -Проводить функциональное тестирование протеза для выявления неисправностей; использовать диагностический инструментарий.<br>-Выполнять замену неисправных компонент и проверку устройства после ремонта. | -Диагностика и ремонт мехатронных протезов.  |
| 12 | <b>ПК-1.ИД3</b> – Разрабатывает и изготавливает опытные образцы модулей и устройств для экспериментальных установок  | -Процессы быстрого прототипирования мехатронных систем протезирования.<br>-Методы тестирования разработанного прототипа.  | -Собрать опытный образец мехатронного протеза из доступных компонент и модулей с соблюдением конструктивных ограничений (вес, габариты, энергопотребление).<br>-Провести тестирование                     | -Разработка и сборка опытных образцов мехатронных протезов.  |

|    |  |  |   |   |
|----|--|--|---|---|
|    |  |  | собранного прототипа.   |   |
| 13 | <b>ПК-2.ИДЗ</b> – Подготавливает спецификации материалов и комплектующих с учетом требований биосовместимости и стерильности | -Требования по биосовместимости материалов для составных частей протеза, контактирующих с кожей.<br>-Основные материалы, используемые при изготовлении протезов. | -Подбирать материалы для составных частей протеза в соответствии с требованиями функциональности и биосовместимости.<br>-Формировать спецификации для закупки материалов и комплектующих. | -Подготовка спецификаций материалов и комплектующих для производства мехатронных протезов, с учетом требований по безопасности и комфорта для пользователя. |

**КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ «БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОТЕЗЫ»**

| №  | Индекс компетенции | Наименование контрольных мероприятий      |  |
|----|--------------------|---|--|
|    |                    | Вопросы                                   |  |
|    |                    | Наименование оценочных средств            |  |
|    |                    | Вопросы                                   |  |
| 1  | ОПК-1.ИД1          | 1-7, 20, 21, 39-41, 43-50, 59             |  |
| 2  | ОПК-1.ИД2          | 5-15                                      |  |
| 3  | ОПК-1.ИД3          | 10-16, 20, 21, 59                         |  |
| 4  | ОПК-1.ИД4          | 17, 18, 20, 21, 23-25, 27, 28, 42, 49, 63 |  |
| 5  | ОПК-1.ИД5          | 28, 56-59, 61-69, 71                      |  |
| 6  | ОПК-2.ИД1          | 6, 29, 30-36                              |  |
| 7  | ОПК-2.ИД2          | 1-5, 37-54                                |  |
| 8  | ОПК-3.ИД2          | 20-27                                     |  |
| 9  | ОПК-3.ИД4          | 29-50                                     |  |
| 10 | ПК-1.ИД1           | 7-14, 16                                  |  |
| 11 | ПК-1.ИД2           | 8-16                                      |  |
| 12 | ПК-1.ИД3           | 32, 33, 59, 61-69                         |  |
| 13 | ПК-2.ИД3           | 15, 17, 18, 51-54, 56-59, 61-69           |  |

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения по дисциплине «БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОТЕЗЫ»**

**Основы мехатроники. Вопросы**

1. Перечислите основные задачи мехатроники.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2
2. Дайте определение мехатронной системы.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2
3. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные компоненты мехатронной системы.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2
4. В чем отличия мехатронных систем от традиционных автоматизированных систем?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2
5. Опишите принципы построения мехатронной системы.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2
6. Перечислите основные источники информации в области мехатроники и создания мехатронных протезов.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1

**Основные компоненты мехатронных систем. Вопросы.**

7. Перечислите основные виды датчиков (по принципу действия и измеряемым показателям), применяемые в мехатронных протезах.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД1.
8. В чем отличия контактных и бесконтактных датчиков угла поворота? Какие из двух типов датчиков имеют преимущества при использовании в мехатронном протезе?  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2.
9. Перечислите типы электрических приводов. Каковы преимущества и недостатки каждого типа с точки зрения требований, накладываемых при использовании в протезировании?  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2.
10. Опишите основной принцип действия ДС-мотора.  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2.
11. Опишите основной принцип действия BLDC-мотора.  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2.
12. В чем отличия инкрементального и абсолютного энкодеров? Какие из них имеют больше преимуществ при использовании в протезировании?  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2.

13. Перечислите основные типы датчиков усилия и крутящего момента.  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2.
14. Каков основной принцип действия тензодатчика?  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2.
15. Что такое Series Elastic Actuators (SEA) и Parallel Elastic Actuators (PEA), и в чем их отличие от жестких приводов с точки зрения биомеханической совместимости протеза?  
Компетенции: ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД2, ПК-2.ИД3.
16. Перечислите основные виды редукторов, используемых в мехатронных протезах.  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2.
17. Какие требования по электробезопасности накладываются на электрические актуаторы протеза?  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ПК-2.ИД3
18. Какие требования по электробезопасности накладываются на элементы питания протеза?  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ПК-2.ИД3
19. Как связан сигнал ШИМ и напряжение на обмотках DC-мотора?  
Компетенции: ОПК-3.ИД4,
20. Опишите основные методы тестирования и диагностики датчиков мехатронного протеза.  
Компетенции: ОПК-1.ИД3
21. Опишите основные методы тестирования и диагностики электродвигателей мехатронного протеза.  
Компетенции: ОПК-1.ИД3

#### **Микроконтроллеры и встроенные системы. Вопросы.**

22. Опишите архитектуру микроконтроллера ARM, перечислите основные блоки и их назначение.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД4, ОПК-3.ИД2
23. Перечислите интерфейсы периферии микроконтроллера и укажите их назначение в протезах.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД4, ОПК-3.ИД2
24. В чем разница между главным циклом и системой реального времени?  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-3.ИД2
25. Какие используются методы для предотвращения потери событий при обработке прерываний от таймеров и датчиков в микроконтроллере?  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-3.ИД2
26. Как реализован Watchdog в системах реального времени и в чем заключается его основная функция?  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-3.ИД2

27. Перечислите этапы генерации ШИМ-сигнала для управления BLDC-мотором в протезе  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-3.ИД2
28. Перечислите ключевые параметры ШИМ-сигнала для управления BLDC-мотором.  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-3.ИД2
29. Сравните централизованную и распределенную компоновку электроники протеза: преимущества, недостатки по надежности, энергопотреблению и масштабируемости.  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5

### **Управление движением мехатронных систем. Вопросы.**

30. Что такое контур управления? В чем отличия открытого и замкнутого контура управления?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
31. Что такое ПД, ПИ и ПИД регуляторы? В чем заключаются их различия?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
32. Что такое устойчивый и неустойчивый режимы работы регулятора?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
33. Как по заданным коэффициентам ПИД регулятора определить, будет ли он работать в устойчивом режиме?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД3
34. Какие паспортные данные мотора необходимо знать либо оценить для вычисления коэффициентов ПИД регулятора, обеспечивающих устойчивый режим работы?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД3
35. В чем заключается специфика многосвязного (MIMO) управления в протезах с несколькими суставами?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
36. Дайте определение LQR-регулятора. Какие критерии используются для вычисления его матричных коэффициентов?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
37. Приведите основные принципы Motor Predictive Control. Что такое горизонт планирования?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
38. По какому принципу строится сигнал ШИМ при управлении по току или силовому моменту? В чем преимущество сило-моментного управления с точки зрения протезирования?  
Компетенции: ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
39. В чем суть импедансного управления? В чем заключаются перспективы и преимущества этого подхода с точки зрения управления движением протезов?  
Компетенции: ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4

**Кинематика и динамика движений человека. Двигательный контроль. Вопросы.**

40. Назовите предмет изучения биомеханики. Почему механику движений человека выделяют в отдельный предмет? В чем заключаются особенности человеческого тела как механической системы?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
41. Назовите основные подходы к моделированию человеческого тела в биомеханике.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
42. Назовите основные методы регистрации кинематики движения человека. В чем заключаются преимущества и недостатки этих методов?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
43. В чем основные отличия кинематики суставов от движения стандартной кинематической сборки «электродвигатель-редуктор»?  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
44. Опишите механизм запуска и контроля сокращения скелетной мышцы. Как линейное сокращение мышцы преобразуется в крутящий суставной момент?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
45. Что такое двигательная единица? В чем особенности ее управления?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
46. Опишите основные рецепторы, обеспечивающие проприоцепцию. Как и какие сигналы они преобразуют в импульсную нейронную активность?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
47. Какие области коры головного мозга относятся к двигательной системе? В чем заключаются их основные функции?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
48. В чем заключается роль базальных ганглиев в управлении движением?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
49. В чем заключаются различия рефлексов и произвольных движений?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
50. Каковы характерные задержки в петле обратной связи у человека? Каковы основные гипотезы о том, как нервная система решает проблему задержки?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД4, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4

**Биомеханика тканей. Вопросы.**

51. Сформулируйте обобщенный закон Гука. Как он применяется для описания поведения костной ткани при различных видах нагрузки?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД4
52. Чем объясняются упругие свойства костной ткани и ее способности испытывать ограниченные деформации без разрушения при сохранении прочности?  
Компетенции: ОПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3

53. Является ли прочность костей изотропной? Если нет, то для каких направлений нагрузки она максимальна, а для каких – минимальна?  
Компетенции: ОПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3
54. Перечислите основные виды суставов с точки зрения кинематики. Какую роль играет поверхности контактов между костями?  
Компетенции: ОПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3
55. Опишите механику позвоночного столба как многозвенной структуры: ограничения движений, диапазоны углов, передача моментов между позвонками.  
Компетенции: ОПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3
56. Объясните нелинейное поведение мягких тканей: гиперэластичность и вязко-упругость при растяжении и сдвиге.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ПК-2.ИД3
57. Опишите контакт протеза с мягкими тканями культы: давление, сдвиговые напряжения, определение точек перегрузки.  
Компетенции: ОПК-1.ИД5, ПК-2.ИД3
58. Перечислите типы интерфейсных оболочек, подкладок и лайнеров для протезов и их роль в распределении давления на культю.  
Компетенции: ОПК-1.ИД5, ПК-2.ИД3
59. Какие проблемы возникают при плохой посадке протеза?  
Компетенции: ОПК-1.ИД5, ПК-2.ИД3

#### **Биомедицинские мехатронные системы, протезы**

60. Перечислите основные классы медицинских мехатронных систем и протезов.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1.
61. В чем заключается понятие биосовместимости материалов?  
Компетенции: ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3
62. Перечислите основные классы биосовместимых материалов (металлы, полимеры, композиты, керамика) и приведите примеры их применения в протезах.  
Компетенции: ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3
63. Какой национальный стандарт регламентирует требования к протезам и ортезам?  
Компетенции: ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3
64. Опишите физиологические реакции тканей на различные материалы имплантатов и протезных компонентов?  
Компетенции: ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3
65. Опишите специальные покрытия и методы поверхностной модификации для улучшения биосовместимости имплантатов и протезов.  
Компетенции: ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3
66. Опишите различия между протезами и ортезами: функции, точки крепления, требования к кинематике для разных сегментов тела.  
Компетенции: ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3

67. Перечислите типы управляющих биосигналов в протезах и объясните их физиологическое происхождение.  
Компетенции: ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3
68. Перечислите основные методы декодирования\классификации электромиографического сигнала при управлении протезами. Каковы основные принципы этих методов?  
Компетенции: ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3
69. Перечислите методы передачи сенсорной информации от протеза пользователю. Какие сенсорные системы человека они задействуют? В чем преимущества и недостатки каждого метода?  
Компетенции: ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3
70. Что такое очувствление протезов и в чем необходимость сенсорной обратной связи?  
Компетенции: ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3
71. Перечислите основные процессы сборки и изготовления модулей мехатронных протезов.  
Компетенции: ОПК1-ИД5.

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет  
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)**

**Институт нейронаук и нейротехнологий**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Директор Института нейронаук и  
нейротехнологий,  
Доктор биологических наук, профессор**

\_\_\_\_\_ **В.В.Белоусов**

**«15» января 2026 года**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по учебной дисциплине**

**«ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ»**

**для образовательной программы высшего образования -  
программы магистратуры  
по направлению подготовки  
12.04.04 Биотехнические системы и технологии**

**направленность (профиль) образовательной программы  
Инженерные нейротехнологии**

**Магистр  
Квалификация (степень) выпускника**

**Москва 2026**

Фонд оценочных средств составлен в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии и обсужден и одобрен на ученом совете Института нейронаук и нейротехнологий от 15 января 2026 года.

**ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ  
МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ»**

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль) образовательной программы: инженерные нейротехнологии.

| № | Контролируемые разделы дисциплины   | Индекс контролируемой компетенции (или ее части)   | Оценочные средства | Способ контроля |
|---|---|--|--------------------|-----------------|
| 1 | Раздел 1. Основы электротехники.  | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-3.ИД4   | Вопросы 1-6        | Текущий         |
| 2 | Раздел 2. Компоненты электротехнических устройств.                                    | ОПК-1.ИД2<br>ОПК-1.ИД3<br>ОПК-1.ИД4<br>ОПК-3.ИД4<br>ПК-1.ИД1<br>ПК-1.ИД2<br>ПК-1.ИД3<br>ПК-1.ИД4 | Вопросы 7-18       | Текущий         |
| 3 | Раздел 3. Аналогово-цифровое и цифрово-аналоговое преобразование, обработка сигналов. | ОПК-1.ИД2<br>ОПК-1.ИД3<br>ОПК-1.ИД4<br>ОПК-1.ИД5<br>ПК-1.ИД1<br>ПК-1.ИД2<br>ПК-1.ИД3             | Вопросы 19-28      | Текущий         |
| 4 | Раздел 4. Программирование микроконтроллеров  | ОПК-3.ИД1<br>ОПК-3.ИД2<br>ПК-1.ИД4   | Вопросы 29-38      | Текущий         |
| 5 | Раздел 5. Природа электрических сигналов ЦНС  | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-2.ИД1   | Вопросы 39-45      | Текущий         |
| 6 | Раздел 6. Методики регистрации.   | ОПК-1.ИД2<br>ОПК-1.ИД3<br>ОПК-1.ИД4<br>ОПК-3.ИД4<br>ПК-2.ИД3                                     | Вопросы 46-59      | Текущий         |
| 7 | Раздел 7. Электрическая стимуляция нервной ткани                                      | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-2.ИД1<br>ОПК-2.ИД4<br>ОПК-3.ИД4   | Вопросы 60-66      | Текущий         |
| 8 | Раздел 8. Проектирование экспериментальной установки                                  | ОПК-1.ИД5<br>ОПК-2.ИД4<br>ПК-2.ИД1<br>ПК-2.ИД2   | Вопросы 67-74      | Текущий         |

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | Индекс компетенции и её содержание  | Дескрипторы   |   |  |
|---|---|---|---|--|
|   |   | знать   | уметь   | владеть практическим опытом (трудовыми действиями)   |
| 1 | ОПК-1.ИД1 – Проводит анализ научно-технической литературы и технической документации лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.              | -Основные классы лабораторного оборудования для электрофизиологических исследований, их назначение и область применения.<br>-Ключевые параметры оборудования для электрофизиологии и электростимуляции и их влияние на качество регистрируемого сигнала, безопасность и характер воздействия стимуляции.<br>-Актуальные источники научной информации и способы ее поиска. | -Интерпретировать техническую информацию о характеристиках электрофизиологических приборов/систем электростимуляции, а также компонент этих устройств.<br>-Анализировать описания принципов работы устройств и связывать их с параметрами регистрации.<br>-Осуществлять поиск и отбор релевантной научно-технической литературы, касающейся электрофизиологических методик и оборудования.<br>-Выявлять ограничения оборудования и требования безопасности для пациентов и персонала, исходя из технической документации. | -Работа с технической документацией электрофизиологических установок, систем электростимуляции и их модулей.<br>-Анализ методической и технической информации из научных источников в области электрофизиологии.                             |
| 2 | ОПК-1.ИД2 – Осуществляет проектирование, техническое сопровождение и модернизацию узлов и модулей лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы. | -Основные модули электрофизиологических систем и систем электростимуляции.<br>-Аппаратные средства снижения шума и помех при регистрации биоэлектрических сигналов.<br>-Требования к составу и параметрам компонент для специфических электрофизиологических методик.   | -Предлагать модификации существующих узлов электрофизиологических систем и систем электростимуляции для улучшения характеристик.<br>-Разрабатывать аппаратные решения для подавления помех.<br>-Подбирать и согласовывать компоненты электрофизиологических систем и систем электростимуляции.  | -Подготовка схем и спецификаций компонент для модернизации модулей электрофизиологических систем и систем электростимуляции.   |
| 3 | ОПК-1.ИД3 – Выполняет наладку, диагностику, калибровку и техническое обслуживание приборов, установок и их модулей для биологических, биомедицинских и физиологических  | -Процедуры проверки и калибровки основных компонент электрофизиологических систем и систем электростимуляции<br>-Методы измерения ключевых параметров регистрации.<br>-Требования к техническому обслуживанию и   | -Проводить диагностические тесты для выявления неисправностей в системах регистрации и стимуляции.<br>-Готовить электроды и рабочее место для регистрации.<br>----Оценивать качество контакта электрод-электролит и   | -Проведение регулярного технического обслуживания электрофизиологического оборудования и систем электростимуляции.<br>-Подготовка регистрации.<br>-Калибровка и проверка усилителей с использованием тестовых сигналов и эталонных приборов. |

|   |   |  |   |   |
|---|---|--|---|---|
|   | исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.  | хранению электродов, кабелей, проводящих гелей для обеспечения их работоспособности.<br>-Вид типичных физиологических паттернов и артефактов регистрируемых сигналов.  | предпринимать корректирующие действия   |   |
| 4 | ОПК-1.ИД4 – Разрабатывает технические задания, конструкторскую и эксплуатационную документацию на лабораторное оборудование и его модификации, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.   | -Структуру и содержание технических заданий на лабораторное электрофизиологическое оборудование.<br>-Типовую структуру конструкторской документации.<br>-Требования к эксплуатационной документации.   | -Формулировать требования к характеристикам электрофизиологических систем и систем электростимуляции.<br>-Подготавливать спецификации компонент.  | -Написание технических заданий на разработку электрофизиологических систем и систем электростимуляции либо специализированных модулей для них.  |
| 5 | ОПК-1.ИД5 – Организует мелкосерийное производство приборов, установок для биологических, биомедицинских и физиологических исследований и их модулей, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.   | -Основные принципы организации мелкосерийного производства электрофизиологических систем и систем электростимуляции.<br>-Основные процессы и технологии изготовления печатных плат, монтажа компонентов, пайки, сборки и тестирования электронных модулей.<br>-Основные требования к документированию и отслеживанию производственного процесса. | -Планировать производственные процессы для мелкосерийного выпуска электрофизиологических модулей и приборов.<br>-Участвовать в закупках компонентов в требуемых количествах с соблюдением спецификаций.   | -Участие в организации небольших серий производства мелкосерийного производства электрофизиологических систем и систем электростимуляции, а также им специализированных модулей.<br>-Контроль и проверка поступающих электронных или электрических компонент. |
| 6 | ОПК-2.ИД1 – Проводит поиск информации, интерпретирует данные научных публикаций и результатов научного исследования в области создания исследовательского оборудования, биотехнических и мехатронных систем и технологий, предназначенных для биологических, биомедицинских и | -Основные источники (базы) научных публикаций по электрофизиологии и нейротехнологиям.<br>-Подходы к дизайну электрофизиологических исследований.<br>-Актуальные подходы и методы регистрации электрической активности ЦНС на клеточном и системном уровне.  | -Осуществлять целенаправленный поиск научной литературы по заданной тематике в электронных базах данных.<br>-Интерпретировать результаты электрофизиологических исследований, представленные в статьях.<br>-Оценивать корректность примененных методик. | -Обзор литературы по современным методикам и технологиям электрофизиологической регистрации.<br>-Критический анализ опубликованных методов результатов в области электрофизиологии и электростимуляции.   |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
|    | физиологических исследований.   |   |   |   |
| 7  | ОПК-2.ИД4 –<br>Распределяет задачи в рамках исследовательского проекта формирует план научного эксперимента   | -Основные этапы планирования электрофизиологического исследования.<br>-Принципы подготовки экспериментального протокола с указанием целей, гипотезы, критериев формирования экспериментальной выборки, методики и ключевых исследуемых показателей. | -Формулировать цели исследования и соответствующие им задачи.<br>-Выбирать подходящие методики регистрации и/или стимуляции, а также их параметры в зависимости от научной задачи и ограничений оборудования.<br>-Разрабатывать детальный экспериментальный протокол.                                 | -Разработка полного плана электрофизиологического исследования, включая предварительные расчёты требуемого объёма данных и параметров регистрации.<br>-Распределение задач между членами исследовательского коллектива, исходя из их специализации и компетенций. |
| 8  | ОПК-3.ИД1 –<br>Применяет современные знания в информационных технологиях, связанных с биотехническими и мехатронными технологиями и созданием лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований | -Типичную архитектуру микроконтроллеров и их интерфейсы с периферией, подходящие для реализации систем регистрации электрофизиологических данных или электростимуляции  | -Программировать микроконтроллеры для управления электрофизиологическими системами и системами электростимуляции.   | Написание или модификация встроенного программного обеспечения для микроконтроллеров, управляющих электрофизиологическими установками и системами электростимуляции.  |
| 9  | ОПК-3.ИД2 –<br>Применяет информационные технологии в профессиональной деятельности  | -Основы цифровой обработки сигналов.<br>-Принципы синхронизации систем регистрации, визуализации и подачи стимулов.   | -Реализовывать алгоритмы цифровой обработки сигналов на микроконтроллере.<br>-Организовать потоковую передачу данных с высокой частотой дискретизации на компьютер без потерь информации.<br>-Обеспечивать синхронизацию регистрируемых данных с данными других модальностей и подаваемыми стимулами. | -Реализация цифровых фильтров и алгоритмов обработки сигналов на микроконтроллере или компьютере.<br>-Настройка и отладка системы сбора данных.<br>-Организация синхронизации регистрируемых данных и подаваемых стимулов в ходе исследования.                    |
| 10 | ОПК-3.ИД4 –<br>Применяет основные фундаментальные математические, физико-химические и биологические знания для решения профессиональных задач, используя информационные технологии  | -Природу происхождения регистрируемых электрофизиологических сигналов.<br>-Основные физические модели распространения электрических сигналов в биологических тканях.<br>-Математические основы обработки многоканальных сигналов.                   | -Понимать принципиальные физические ограничения методов регистрации электрической активности и электростимуляции.<br>-Проводить базовый анализ электрофизиологических данных и понимать его результаты.   | -Выбор оборудования и методик регистрации или стимуляции, исходя поставленной задачи и известных ограничений.<br>-Базовый анализ электрофизиологических данных  |



|    |  |  |   |   |
|----|--|--|---|---|
|    |  |  |   | полномасштабным производством.  |
| 15 | ПК-2.ИД2 –<br>Осуществляет технологическое сопровождение сборочно-монтажных операций, контроль качества и приемо-сдаточные испытания | -Процедуры технологического контроля на стадии сборки и монтажа электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции  | -Проводить контроль качества в процессе производства электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции.   | -Участвовать в проведении приемо-сдаточного контроля и функционального тестирования электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции.<br>-Использовать контрольно-измерительные инструменты и приборы для оценки качества пайки и монтажа.   |
| 16 | ПК-2.ИД3 –<br>Подготавливает спецификации материалов и комплектующих с учетом требований биосовместимости и стерильности             | -Требования биосовместимости материалов, находящихся в контакте с биологической тканью.<br>-Материалы электродов и их характеристики с учётом требований к биосовместимости.<br>-Методы стерилизации и требования к упаковке для стерильного хранения компонентов, используемых в инвазивных процедурах. | -Подбирать материалы и компоненты, отвечающие требованиям биосовместимости для конкретного применения.<br>-Формировать спецификации материалов с указанием требований к качеству, сертификации и условиям хранения.<br>-Взаимодействовать с поставщиками для получения информации о характеристиках и сертификатах соответствия материалов. | -Подготовка спецификаций материалов и комплектующих для электрофизиологического оборудования, используемого в медицинских или инвазивных процедурах, с учётом требований безопасности и биосовместимости.<br>-Взаимодействие с поставщиками и контроль соответствия поставляемых материалов установленным требованиям и сертификатам. |

**КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ «ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ»**

| №  | Индекс компетенции | Наименование контрольных мероприятий    |  |
|----|--------------------|---|--|
|    |                    | Вопросы                                 |  |
|    |                    | Наименование оценочных средств          |  |
|    |                    | Вопросы                                 |  |
| 1  | ОПК-1.ИД1          | 1-6, 20-23, 25-28, 39-45, 60, 66        |  |
| 2  | ОПК-1.ИД2          | 1, 3-5, 7-12, 19, 24, 46, 47, 48, 51    |  |
| 3  | ОПК-1.ИД3          | 7-12, 19, 21, 22, 25, 26 46-48, 51      |  |
| 4  | ОПК-1.ИД4          | 13-18, 24, 46-48, 51, 64, 65, 69, 72    |  |
| 5  | ОПК-1.ИД5          | 13-18, 24, 49, 50, 57, 69, 74           |  |
| 6  | ОПК-2.ИД1          | 7, 20-28, 39-45, 53, 54, 56, 60, 66     |  |
| 7  | ОПК-2.ИД4          | 20, 25-28, 51-54, 56, 60, 66-68, 72, 73 |  |
| 8  | ОПК-3.ИД1          | 29-38, 68                               |  |
| 9  | ОПК-3.ИД2          | 29-38, 68                               |  |
| 10 | ОПК-3.ИД4          | 1-6, 12, 20, 22, 23, 27, 28, 46-48      |  |
| 11 | ПК-1.ИД1           | 2, 4, 5, 7-12, 19                       |  |
| 12 | ПК-1.ИД2           | 7-19, 21                                |  |
| 13 | ПК-1.ИД3           | 13-18, 49, 50, 55                       |  |
| 14 | ПК-1.ИД4           | 29-38                                   |  |
| 15 | ПК-2.ИД1           | 55, 57-59, 63, 65, 70, 74               |  |
| 16 | ПК-2.ИД2           | 57-59, 63-65, 71, 74                    |  |
| 17 | ПК-2.ИД3           | 16, 17, 58, 59, 63-65                   |  |

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения по дисциплине «ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ»**

**Основы электротехники. Вопросы**

1. Сформулируйте закон Ома и первый/второй законы Кирхгофа и объясните, как они применяются при анализе электрической цепи.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-3.ИД4
2. В чем заключается различие между сопротивлением и импедансом? На что влияет импеданс при регистрации биосигналов (ЭЭГ, ЭКГ)?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4
3. Фильтром какого типа — высоких или низких частот — является RC-цепь? Как определяется и вычисляется частота среза?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-3.ИД4
4. Что такое амплитудно-частотная и фазово-частотная характеристики линейной RC-цепи? Как по ним оценить, какие компоненты сигнала (низко- и высокочастотные) будут подавлены или искажены?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД1
5. Как вычисляется импеданс RC-цепи?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД1
6. Опишите, как мембрана нейрона моделируется в виде эквивалентной RC-цепи. Какие элементы схемы соответствуют емкости мембраны, какие — ионным каналам?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4

**Компоненты электротехнических устройств. Вопросы.**

7. Опишите основные функции диодов в цепях питания электрофизиологических приборов.  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2
8. По каким параметрам выбираются диоды для защиты входного каскада усилителя от статического разряда?  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2
9. Опишите основные характеристики операционного усилителя для биомедицинских приложений.  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2
10. Перечислите основные характеристики операционного усилителя для биомедицинских приложений.  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2
11. В чем преимущества инструментальных усилителей при регистрации слабых биосигналов по сравнению с операционными?  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2
12. Что такое синфазный сигнал и коэффициент подавления синфазного сигнала?  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2, ОПК-3.ИД4

13. Отличаются ли требования к входному импедансу и отношению сигнал-шум для усилителей, регистрирующих биосигналы различной природы: ЭЭГ, ЭМГ, ЭКГ?  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3
14. Опишите методы подавления синфазных помех в электрофизиологических приборах.  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3
15. Что такое активное предусиление сигнала? В чем его преимущества при регистрации биосигналов?  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3
16. Что такое гальваническая развязка и почему она критична для безопасности пациента при регистрации биосигналов с подключением прибора к сети?  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3
17. Опишите принцип работы изолирующего трансформатора и оптопары для гальванической развязки в электрофизиологических приборах. В чем преимущества и недостатки указанных решений?  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД3
18. Что такое двухполярное питание? В чем его преимущества при регистрации биосигналов?  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3

**Аналогово-цифровое и цифрово-аналоговое преобразование, обработка сигналов.  
Вопросы.**

19. Что такое разрядность, частота дискретизации, входной диапазон и полоса пропускания АЦП?  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2
20. Что такое частота Найквиста и алиасинг? Выберите минимальную частоту дискретизации для регистрации ЭЭГ, ЭМГ, импульсной нейронной активности и объясните свой выбор.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК2-ИД4, ОПК-3.ИД4
21. Что такое квантование и как ошибка квантования влияет на отношение сигнал-шум при регистрации малых потенциалов?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1, ПК1-ИД2
22. Что такое спектр сигнала и спектральная плотность мощности? Какими методами оценивают спектральную плотность мощности?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
23. Объясните концепцию временно-частотного анализа. Какие методы применяются? В чем преимущества временно-частотного анализа перед спектральным анализом?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
24. Опишите основные параметры ЦАП, на которые следует ориентироваться при генерации стимулирующих импульсов.  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1

25. Объясните, как формируются и генерируются стимулирующие импульсы при электростимуляции периферических нервов. Какова форма сигнала и каковы типичные диапазоны его параметров (амплитуда, длительность, частота)?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД4
26. Объясните, как формируются и генерируются стимулирующие импульсы при электростимуляции мышц. Какова форма сигнала и каковы типичные диапазоны его параметров (амплитуда, длительность, частота)?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД4
27. Какие предположения лежат в основе метода главных компонент? Как этот метод применяется для удаления артефактов многоканального сигнала?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД4, ОПК3-ИД4
28. Какие предположения лежат в основе анализа независимых компонент? Как этот метод применяется для удаления артефактов многоканального сигнала?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД4, ОПК3-ИД4

### **Программирование микроконтроллеров**

29. Опишите типичную архитектуру микроконтроллера и основные критерии выбора микроконтроллера для регистрации многоканальных данных.  
Компетенции: ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-1.ИД4
30. Опишите вклад подсистем микроконтроллера в точный сэмплинг многоканальных данных.  
Компетенции: ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-1.ИД4
31. Опишите основные интерфейсы микроконтроллера для подключения АЦП. Какие интерфейсы наиболее предпочтительны для многоканальных систем с высокой частотой дискретизации?  
Компетенции: ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-1.ИД4
32. Перечислите основные методы синхронизации нескольких АЦП.  
Компетенции: ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-1.ИД4
33. Что такое двойная буферизация и в чем ее предназначение в системах регистрации биоэлектрических сигналов?  
Компетенции: ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-1.ИД4
34. Перечислите основные источники задержек при регистрации биоэлектрических данных и основные методы их минимизации.  
Компетенции: ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-1.ИД4
35. Что такое кольцевой буфер? В чем его преимущества и недостатки? Каковы цели использования кольцевых буферов при потоковой передаче данных?  
Компетенции: ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-1.ИД4
36. Каковы основные особенности целочисленной арифметики? Какие существуют методы борьбы с ошибками вычисления в целочисленных системах?  
Компетенции: ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-1.ИД4
37. Каковы особенности реализации цифровых фильтров в целочисленных системах?

Компетенции: ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-1.ИД4

38. Опишите типичную последовательность шагов в основном цикле микроконтроллера при регистрации и передаче биоэлектрических данных.

Компетенции: ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ПК-1.ИД4

### **Природа электрических сигналов ЦНС. Вопросы.**

39. Что такое равновесный мембранный потенциал? Каков механизм его поддержания?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1

40. Опишите механизм возникновения потенциала действия нейрона.

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1

41. Что такое пространственная и временная суммация возбуждения в ЦНС?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1

42. Опишите основные физиологические механизмы возникновения электроэнцефалограммы.

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1

43. Какова физиологическая природа электромиограммы?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1

44. Опишите основные физиологические механизмы возникновения электрокардиограммы.

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1

45. Какие преимущества имеет ЭКоГ по сравнению с неинвазивной ЭЭГ? Каковы основные показания для регистрации при помощи этого метода?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1

### **Методики регистрации. Вопросы.**

46. Что такое импеданс электрода ЭЭГ. Как он зависит от площади контакта, добавления электролита в место контакта, материала электрода, частоты сигнала.

Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-3.ИД4

47. Что такое поляризация электродов? Как это явление влияет на регистрацию сигнала? Каковы основные способы устранения поляризации.

Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-3.ИД4

48. Опишите основные источники шума в электродах.

Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-3.ИД4

49. Какие материалы преимущественно используются при изготовлении электродов для неинвазивной регистрации суммарной биоэлектрической активности?

Компетенции: ОПК-1.ИД5, ПК1-ИД3

50. Какие материалы преимущественно используются при изготовлении электродов для инвазивной регистрации активности нейронов?

Компетенции: ОПК-1.ИД5, ПК1-ИД3

51. Опишите стандартные системы монтажа ЭЭГ. Когда используются биполярные и монополярные отведения? Какое число каналов обычно используется в клинической практике?  
Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-2.ИД4.
52. Опишите основы поверхностной ЭМГ (sEMG): расположение электродов над мышцей, биполярная регистрация. Какова типичная амплитуда и спектр сигнала? В чем преимущества и недостатки метода по сравнению с игольчатой ЭМГ?  
Компетенции: ОПК-2.ИД4
53. Что такое QRS-комплекс?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД4
54. Каковы основные области применения стереотаксической ЭЭГ и ЭКоГ? В чем разница между этими методами? Какой из методов имеет больше практических преимуществ и почему?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД4
55. Перечислите основные методы изготовления микроэлектродов для регистрации электрической активности отдельных нейронов.  
Компетенции: ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД1
56. Опишите варианты и конфигурации patch-clamp. В каких случаях они применяются?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД4
57. Опишите особенности многоканальной и сверхплотной регистрации: требования к частоте дискретизации, пропускной способности канала передачи и методам подавления артефактов в большом объеме данных.  
Компетенции: ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ОПК-1.ИД5
58. Опишите основные методы, которыми достигается биосовместимость при хронической инвазивной регистрации нейронной активности.  
Компетенции: ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3
59. Перечислите основные риски инвазивной регистрации нейронной и суммарной электрической активности мозга.  
Компетенции: ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3

#### **Электрическая стимуляция нервной ткани. Вопросы**

60. Что такое функциональная мышечная электростимуляция? Каков ее принцип действия и основные области применения?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД4
61. Опишите параметры сигнала, анатомические маркеры для расположения электродов и клинические показания для чрескожной стимуляции спинного мозга.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД4
62. Что такое глубокая стимуляция мозга? Назовите целевые структуры), параметры стимуляции, клинические применения.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД4

63. Какие решения используются для питания вживляемых устройств для длительной стимуляции?

Компетенции: ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3

64. Как связаны с безопасностью и эффективностью стимуляции такие параметры, как амплитуда и длительность стимула, форма сигнала, частота стимулов?

Компетенции: ОПК-1.ИД4, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3

65. Опишите требования безопасности для систем стимуляции.

Компетенции: ОПК-1.ИД4, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3

66. Приведите примеры использования регистрируемой активности в качестве сигнала обратной связи для регулирования параметров стимуляции.

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД4

### **Проектирование экспериментальной установки. Вопросы.**

67. Опишите методы аппаратной синхронизации систем регистрации, стимуляции и видеомониторинга. Зачем необходима аппаратная синхронизация?

Компетенции: ОПК-2.ИД4

68. Приведите основные методы программной синхронизации нескольких систем регистрации и мониторинга.

Компетенции: ОПК-2.ИД4, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2

69. Опишите архитектуру системы длительного мониторинга ЭЭГ (дни, недели) или нейронной активности. Каковы особенности хранения данных?

Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5

70. Опишите основные этапы технологического процесса производства электрофизиологического оборудования.

Компетенции: ПК-2.ИД1

71. Перечислите основные процедуры технологического контроля на стадии сборки и монтажа электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции.

Компетенции: ПК-2.ИД2

72. Опишите основные проблемы, возникающие при регистрации нейронной активности у животных в свободном поведении и методы их решения.

Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-2.ИД4

73. Опишите полный цикл экспериментального исследования в области нейрофизиологии или нейроимиджинга, использующего инструментальные методы электрофизиологии.

Компетенции: ОПК-2.ИД4

74. Приведите примеры готовых аппаратных комплектов для сборки систем регистрации биоэлектрической активности.

Компетенции: ОПК-1.ИД5, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет  
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)**

**Институт нейронаук и нейротехнологий**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Директор Института нейронаук и  
нейротехнологий,  
Доктор биологических наук, профессор**

\_\_\_\_\_ **В.В.Белоусов**

**«15» января 2026 года**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по учебной дисциплине**

**«МИКРОСКОПИЯ И ЛАЗЕРНАЯ ОПТИКА»**

**для образовательной программы высшего образования -  
программы магистратуры  
по направлению подготовки  
12.04.04 Биотехнические системы и технологии**

**направленность (профиль) образовательной программы  
Инженерные нейротехнологии**

**Магистр  
Квалификация (степень) выпускника**

**Москва 2026**

Фонд оценочных средств составлен в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии одобрен и обсужден на ученом совете института нейронаук и нейротехнологий от 15 января 2026 года.

**ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МИКРОСКОПИЯ И  
ЛАЗЕРНАЯ ОПТИКА»**

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль) образовательной программы: инженерные нейротехнологии.

| № | Контролируемые разделы дисциплины                 | Индекс контролируемой компетенции (или ее части)                                      | Оценочные средства | Способ контроля |
|---|---|---|--------------------|-----------------|
| 1 | Раздел 1. Основы геометрической и волновой оптики | ОПК-3.ИД4<br>ОПК-2.ИД1  | Вопросы 1-9        | Текущий         |
| 2 | Раздел 2. Устройство оптического микроскопа       | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-1.ИД2<br>ОПК-2.ИД1<br>ОПК-2.ИД2<br>ПК-1.ИД2<br>ПК-1.ИД3              | Вопросы 10-17      | Текущий         |
| 3 | Раздел 3. Методы микроскопии                      | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-1.ИД2<br>ОПК-2.ИД1<br>ОПК-2.ИД2<br>ОПК-3.ИД1<br>ПК-1.ИД2<br>ПК-1.ИД3 | Вопросы 18-27      | Текущий         |
| 4 | Раздел 4. Обработка и анализ изображений          | ОПК-3.ИД2<br>ОПК-3. ИД4   | Вопросы 28-34      | Текущий         |
| 5 | Раздел 5. Оптогенетика и оптическая стимуляция    | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-1.ИД2<br>ОПК-2.ИД2<br>ПК-1.ИД2<br>ПК-1.ИД3                           | Вопросы 35-40      | Текущий         |
| 6 | Раздел 6. Практическое применение в нейробиологии | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-2.ИД1<br>ОПК-3.ИД4   | Вопросы 41-45      | Текущий         |

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | Индекс компетенции и её содержание  | Дескрипторы  |   |  |
|---|---|--|---|--|
|   |   | знать  | уметь   | владеть практическим опытом (трудовыми действиями)   |
| 1 | ОПК-1.ИД1 – Проводит анализ научно-технической литературы и технической документации лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.  | -Устройство и принципы работы микроскопов различного типа.<br>-Характеристики систем микроскопии различного типа.<br>-Спецификации современного оборудования для микроскопии и оптической стимуляции.  | -Понимать и анализировать техническую документацию микроскопов и оптической стимуляции.<br>-Выделять характеристики систем для микроскопии и оптической стимуляции, а также их компонент и модулей. | -Анализ и понимание технических характеристик и способов функционирования систем микроскопии и оптической стимуляции, а также компонент и модулей этих систем. |
| 2 | ОПК-1.ИД2 – Осуществляет проектирование, техническое сопровождение и модернизацию узлов и модулей лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.   | -Принципы конструирования оптических систем.<br>-Методы компенсации оптических искажений.<br>-Требования к компонентам.  | -Проектировать оптических системы.<br>-Выбирать оптимальные компоненты оптических систем для конкретных приложений.   | -Проектирование оптических систем.   |
| 3 | ОПК-2.ИД1 – Проводит поиск информации, интерпретирует данные научных публикаций и результатов научного исследования в области создания исследовательского оборудования, биотехнических и мехатронных систем и технологий, предназначенных для биологических, биомедицинских и физиологических исследований. | -Современные методы микроскопии и оптической стимуляции в медицине, биологии и нейрофизиологии.<br>-Актуальные публикации по методам микроскопии.  | -Проводить поиск и анализ научной литературы<br>-Понимать опубликованные методы и интерпретировать опубликованные результаты.   | - Поиск и анализ научной информации в области методов микроскопии и оптической стимуляции в медицине, биологии и нейрофизиологии.                              |
| 4 | ОПК-2.ИД2 – Планирует, разрабатывает и проводит научные исследования в области создания исследовательского оборудования, а также в областях биотехнических и мехатронных систем и технологий.   | -Актуальные медицинские, биологические и нейрофизиологические задачи, для решения которых применяются методы микроскопии.<br>-Методику проведения медицинских, биологических и нейрофизиологических исследований с использованием систем микроскопии и | -Разрабатывать дизайн исследований, в которых применяются системы микроскопии, включая определение параметров съемки микроскопических изображений и оптической стимуляции.                          | -Проведение исследований, биологических и нейрофизиологических исследований с использованием систем микроскопии и оптической стимуляции.                       |

|   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
|   |   | оптической стимуляции.  |   |  |
| 5 | ОПК-3.ИД1 – Применяет современные знания в информационных технологиях, связанных с биотехническими и мехатронными технологиями и созданием лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований. | -Автоматизированные системы управления микроскопами.<br>-Методы автоматизации экспериментов.  | -Управлять автоматизированными системами микроскопии.<br>-Разрабатывать дизайн и проводить автоматизированные эксперимент с использованием средств микроскопии.   | -Применение и обслуживание автоматизированных системы управления микроскопами.<br>-Автоматизация медицинских, биологических или нейрофизиологических исследований с использованием систем микроскопии.   |
| 6 | ОПК-3.ИД2 – Применяет информационные технологии в профессиональной деятельности   | -Программные средства обработки изображений, полученных методами микроскопии.   | -Применять специализированные программные средства для обработки изображений, полученных при помощи микроскопии.  | -Выполнение полного цикла обработки экспериментальных данных, полученных методами микроскопии.   |
| 7 | ОПК-3.ИД4 – Применяет основные фундаментальные математические, физико-химические и биологические знания для решения профессиональных задач, используя информационные технологии   | -Основы геометрической и волновой оптики.<br>-Методы анализа экспериментальных данных, полученных при помощи микроскопии.   | Использовать уравнения и принципы геометрической и волновой оптики для определения параметров оптических систем под конкретные биомедицинские и исследовательские задачи.<br>Связывать поставленную медицинскую, биологическую или нейрофизиологическую задачу с набором измеримых параметров изображений, получаемых при помощи микроскопии. | -Использование фундаментальных законов оптики и соответствующих вычислительных скриптов для расчета целевых параметров оптических систем.<br>-Представление результатов программного анализа полученных при помощи микроскопии изображений в терминах медицины, биологии или нейрофизиологии.  |
| 8 | ПК-1.ИД2 – Выполняет диагностику, техническое обслуживание, ремонт и модернизацию узлов лабораторного оборудования  | -Основные типы исследовательских микроскопов, их функциональные модули.<br>-Регламенты эксплуатации, технического обслуживания и безопасности при работе с оптическим и лазерным оборудованием.<br>-Требования к источникам излучения в системах оптической стимуляции. | -Настраивать микроскопическую установку и/или систему оптической стимуляции под конкретную задачу.<br>-Работать с управляющим ПО микроскопа (включая использование программных интерфейсов).<br>-Выявлять типичные проблемы при эксплуатации микроскопов и систем оптической стимуляции и предлагать  | -Регулярное проведение базовых процедур ухода за микроскопом или системой оптической стимуляции.<br>-Ведение первичной эксплуатационной документации.<br>-Взаимодействие с техническими специалистами организаций, ответственных за сервисное обслуживание микроскопной и лазерной аппаратуры. |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
|   |  |   | корректирующие действия.  |   |
| 9 | ПК-1.ИДЗ – Разрабатывает и изготавливает опытные образцы модулей и устройств для экспериментальных установок | -Принципы и возможности для интеграции дополнительных оптических модулей в существующую систему микроскопии или световой стимуляции.<br>-Требования к согласованию оптических и электронных компонент в составе экспериментального комплекса. | -Предлагать варианты конфигурации системы микроскопии или световой стимуляции под конкретный эксперимент.<br>-Согласовывать настройки дополнительных модулей и уже установленного оборудования.<br>-Оценивать влияние предложенных изменений конфигурации оборудования на качество изображения и безопасность стимуляции. | -Участие в работах по интеграции дополнительных оптических и электронных модулей.<br>-Проведение тестирования и документированием результатов.<br>-Подготовка предложений по дальнейшей модификации и расширению функциональности систем микроскопии и оптической стимуляции. |

**КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ «МИКРОСКОПИЯ И ЛАЗЕРНАЯ ОПТИКА»**

| № | Индекс компетенции | Наименование контрольных мероприятий |  |
|---|--------------------|--------------------------------------|--|
|   |                    | Вопросы                              |  |
|   |                    | Наименование оценочных средств       |  |
|   |                    | Вопросы                              |  |
| 1 | ОПК-1.ИД1.         | 10-17, 22, 24, 25, 27, 35-45.        |  |
| 2 | ОПК-1.ИД2          | 10-17, 22, 24, 25, 27, 35-40         |  |
| 3 | ОПК-2.ИД1          | 1-9, 23-25, 27, 41-45                |  |
| 4 | ОПК-2.ИД2          | 11, 12, 18-25, 27, 35-40             |  |
| 5 | ОПК-3.ИД1          | 28-34                                |  |
| 6 | ОПК-3.ИД2          | 28-34                                |  |
| 7 | ОПК-3.ИД4          | 1-9, 41-45                           |  |
| 8 | ПК-1.ИД2           | 10-21, 23                            |  |
| 9 | ПК-1.ИД3           | 10-21, 23                            |  |

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения по дисциплине «МИКРОСКОПИЯ И ЛАЗЕРНАЯ ОПТИКА»**

**Основы геометрической и волновой оптики. Вопросы**

1. Как длина волны света связана с энергией фотона? Почему это важно для различных методов микроскопии?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
2. Сформулируйте законы отражения и преломления света и приведите примеры их применения в оптических системах микроскопа.  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
3. Объясните принципы построения изображения для собирающей и рассеивающей тонкой линзы.  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
4. Что такое абберация линз? Перечислите методы коррекции аббераций в объективах микроскопа.  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
5. Что такое числовая апертура микроскопа? Как она связана с разрешением и глубиной резкости?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
6. Что такое поле зрения микроскопа? Как оно связано с коэффициентом увеличения? Как эта характеристика влияет на выбор объектива для биологических наблюдений?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
7. Что такое глубина резкости микроскопа? Как она вычисляется?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
8. Что такое дифракция света?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4
9. Сформулируйте критерий Рэлея для разрешающей способности оптических систем.  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4

**Устройство оптического микроскопа. Вопросы**

10. Перечислите основные компоненты оптического микроскопа и объясните их назначение.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3
11. Какие основные характеристики входят в спецификацию объективов? Каковы основные критерии выбора объектива под конкретную задачу?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД2, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3
12. Как рассчитать полное увеличение светового микроскопа?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД2, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3
13. Что такое конденсатор микроскопа? Опишите процедуру его настройки.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3

14. Что такое микроскопия в проходящем свете? Каковы требования к исследуемому препарату при использовании данного метода?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3
15. Что такое микроскопия отражения? Для исследования каких объектов она применяется?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3
16. Что такое контрастирование в микроскопии? Перечислите основные методы контрастирования.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3
17. Опишите методы проверки основных характеристик микроскопа.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3

### **Методы микроскопии**

18. Опишите устройство флуоресцентного микроскопа.  
Компетенции: ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД2
19. Какие источники возбуждения используются в флуоресцентной микроскопии?  
Компетенции: ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД2
20. Какие типы фильтров используются в флуоресцентном микроскопе? Каково их назначение?  
Компетенции: ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД2
21. Назовите основные детекторы флуоресценции. Охарактеризуйте их с точки зрения чувствительности и уровня шума.  
Компетенции: ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД2
22. Каким образом можно одновременно визуализировать несколько флуорофоров?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД2
23. На каких принципах основана конфокальная микроскопия? Опишите устройство конфокального микроскопа.  
Компетенции: ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2
24. Как строится трехмерное изображение в лазерной сканирующей микроскопии?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2
25. На каких принципах основана микроскопия светового листа?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2
26. Что такое TIRF-микроскопия? Каковы основные области ее применения?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2
27. Перечислите методы микроскопии, обладающие суперразрешением. Как эти методы преодолевают дифракционный предел?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2

### **Обработка и анализ изображений. Вопросы.**

28. Опишите представление изображений в цифровом виде. Что такое разрядность, цветовые каналы?

Компетенции: ОПК-3.ИД2, ОПК-3. ИД4

29. Перечислите методы предобработки изображений, полученных методами микроскопии.  
Компетенции: ОПК-3.ИД2, ОПК-3. ИД4

30. Каким образом при обработке изображений можно компенсировать неоднородность освещения?  
Компетенции: ОПК-3.ИД2, ОПК-3. ИД4

31. Перечислите основные источники шума на изображениях, получаемых методами микроскопии.  
Компетенции: ОПК-3.ИД2, ОПК-3. ИД4

32. Что такое сегментация изображений? Какие основные методы сегментации применяются при анализе изображений клеточных культур?  
Компетенции: ОПК-3.ИД2, ОПК-3. ИД4

33. Каким образом происходит реконструкция трехмерных объектов по серии двухмерных срезов?  
Компетенции: ОПК-3.ИД2, ОПК-3. ИД4

34. Какое программное обеспечение используется для обработки микроскопических изображений?  
Компетенции: ОПК-3.ИД2, ОПК-3. ИД4

#### **Оптогенетика и оптическая стимуляция. Вопросы**

35. Опишите механизм действия возбуждающих канал-родопсинов.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД2

36. Каковы различия в механизмах действия между возбуждающими и ингибирующими опсинами?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД2

37. Какие существуют способы доставки опсинов в стимулируемые клетки?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД2

38. Какие источники изучения используются для стимуляции в оптогенетике? Какие требования появляются к источникам при использовании нескольких типов опсинов?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД2

39. Какие средства доставки света применяются в оптогенетике?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД2

40. Опишите интеграцию оптогенетической стимуляции и регистрации электрической активности клетки. Может ли стимуляция оказывать нефизиологическое влияние на регистрируемый сигнал?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД2

#### **Практическое применение в нейробиологии**

41. Какие методы микроскопии подходят для изучения морфологии нейронов: для реконструкции тела и аксона, дендритного дерева? Какими методами можно отследить образование новых синапсов?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4

42. Какие методы микроскопии используются для кальциевого имиджинга?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4

43. Применялись ли методы микроскопии для изучения долговременной потенциации?  
Если да, то какие и для чего?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4

44. Перечислите типичные артефакты, которые появляются при использовании микроскопии *in vivo* в движущихся животных. Какие аппаратные средства применяются для их уменьшения или подавления?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4

45. Приведите примеры современных биомедицинских приложений оптической микроскопии.

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет  
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)**

**Институт нейронаук и нейротехнологий**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Директор Института нейронаук и  
нейротехнологий,  
Доктор биологических наук, профессор**

\_\_\_\_\_ **В.В.Белоусов**

**«15» января 2026 года**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по учебной дисциплине**

**«МИКРОФЛЮИДИКА»**

**для образовательной программы высшего образования -  
программы магистратуры  
по направлению подготовки  
12.04.04 Биотехнические системы и технологии**

**направленность (профиль) образовательной программы  
Инженерные нейротехнологии**

**Магистр  
Квалификация (степень) выпускника**

**Москва 2026**

Фонд оценочных средств составлен в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии обсужден и одобрен на ученом совете Института нейронаук и нейротехнологий от 15 января 2026 года.

**ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МИКРОФЛЮИДИКА»**

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль) образовательной программы: инженерные нейротехнологии.

| № | Контролируемые разделы дисциплины  | Индекс контролируемой компетенции (или ее части)   | Оценочные средства | Способ контроля |
|---|--|--|--------------------|-----------------|
| 1 | Раздел 1. Основы микрофлюидика   | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-3.ИД4   | Вопросы 1-10       | Текущий         |
| 2 | Раздел 2. Методы изготовления микрофлюидных устройств. Интеграция с электроникой и сенсорикой. | ОПК-1.ИД2<br>ОПК-1.ИД3<br>ОПК-1.ИД4<br>ОПК-1.ИД5<br>ПК-1.ИД1<br>ПК-1.ИД2<br>ПК-1.ИД3<br>ПК-2.ИД1 | Вопросы 11-22      | Текущий         |
| 3 | Раздел 3. Манипуляции с клетками, сортировка.  | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-2.ИД1<br>ПК-1.ИД2<br>ПК-2.ИД2   | Вопросы 23-29      | Текущий         |
| 4 | Раздел 4. Медицинские и биотехнологические приложения  | ОПК-1.ИД1<br>ОПК-1.ИД2<br>ОПК-2.ИД1<br>ОПК-3.ИД4<br>ПК-1.ИД2<br>ПК-2.ИД2<br>ПК-1.ИД3             | Вопросы 30-41      | Текущий         |

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | Индекс компетенции и её содержание   | Дескрипторы  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   |  | знать  | уметь  | владеть практическим опытом (трудовыми действиями)   |
| 1 | <b>ОПК-1.ИД1</b> – Проводит анализ научно-технической литературы и технической документации лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.              | -Принципы функционирования различных типов микрофлюидных устройств.<br>-Существующие клинические и исследовательские приложения микрофлюидики. | -Анализировать публикации, методика которых включает использование микрофлюидных систем и технологий.<br>-Анализировать техническую документацию по микрофлюидным устройствам. | - Анализ технической и методической информации по микрофлюидике и микрофлюидным устройствам. |
| 2 | <b>ОПК-1.ИД2</b> – Осуществляет проектирование, техническое сопровождение и модернизацию узлов и модулей лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы. | -Физические принципы течения жидкостей в микромасштабе.<br>-Методы проектирования каналов и камер.<br>-Требования к материалам                 | -Проектировать геометрию микрофлюидных каналов и камер.<br>-Оптимизировать характеристики потока и смешивания.   | - Проектирование микрофлюидных модулей и систем.   |
| 3 | <b>ОПК-1.ИД3</b> – Выполняет наладку, диагностику, калибровку и техническое обслуживание приборов, установок и их модулей для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.           | -Методы калибровки микрофлюидных систем.<br>-Процедуры проверки герметичности и функциональности.  | -Проводить диагностику неисправностей устройств.<br>-Осуществлять техническое обслуживание систем.   | - Наладка и обслуживание микрофлюидного оборудования.  |
| 4 | <b>ОПК-1.ИД4</b> – Разрабатывает технические задания,  | -Стандарты описания характеристик микрофлюидных устройств.   | -Разрабатывать технические задания на изготовление микрофлюидных   | -Разработка технической документации.  |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   | конструкторскую и эксплуатационную документацию на лабораторное оборудование и его модификации, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.   | -Стандарты описания протоколов применения микрофлюидных устройств в исследованиях.   | устройств.<br>-Документировать процедуру эксплуатации технических устройств.   |  |
| 5 | <b>ОПК-1.ИД5</b> – Организует мелкосерийное производство приборов, установок для биологических, биомедицинских и физиологических исследований и их модулей, включая мехатронные устройства и биотехнические системы.   | -Методы изготовления микрофлюидных устройств.<br>-Требования к контролю качества.  | -Участвовать в организации производства опытных образцов микрофлюидных устройств.<br>-Контролировать характеристики устройств в процессе изготовления. | -Организация производства опытных образцов микрофлюидных устройств.  |
| 6 | <b>ОПК-2.ИД1</b> – Проводит поиск информации, интерпретирует данные научных публикаций и результатов научного исследования в области создания исследовательского оборудования, биотехнических и мехатронных систем и технологий, предназначенных для биологических, биомедицинских и физиологических исследований. | -Современные методы микрофлюидики и ее актуальные приложения.<br>-Актуальные публикации по клиническим и биотехническим приложениям микрофлюидики. | -Проводить поиск и анализ публикаций.<br>-Интерпретировать результаты исследований.  | -Поиск актуальной научной информации в области микрофлюидики.  |
| 7 | <b>ОПК-2.ИД2</b> – Планирует, разрабатывает и проводит научные исследования в области создания исследовательского оборудования, а также в областях биотехнических и мехатронных систем и технологий.   | -Основы дизайна исследований, методика которых основана на использовании микрофлюидных систем.<br>-Методы валидации новых микрофлюидных устройств. | -Планировать исследования, основанные на использовании микрофлюидных систем.<br>-Проводить тестирование прототипов микрофлюидных систем.               | -Проведение научных исследований, основанных на использовании микрофлюидных систем.<br>-Техническая валидация прототипов микрофлюидных систем. |
| 8 | <b>ОПК-3.ИД2</b> – Применяет информационные технологии в профессиональной деятельности   | -Подходы к автоматизации подачи жидкостей, управлению последовательностями операций и регистрации сигналов в                                       | -Настраивать и использовать программное обеспечение для управления микрофлюидными  | -Использование программных средств для автоматизации типового микрофлюидного протокола.  |

|    |   |   |  |  |
|----|---|---|--|--|
|    |   | микрофлюидных устройствах   | установками.<br>-Разрабатывать и запускать простые сценарии автоматизированных экспериментов.<br>-Задавать параметры регистрации сигналов от датчиков микрофлюидных систем.  | - Диагностики типичных сбоев автоматизированных микрофлюидных процедур   |
| 9  | <b>ОПК-3.ИД4</b><br>Применяет основные фундаментальные математические, физико-химические и биологические знания для решения профессиональных задач, используя информационные технологии | -Основные уравнения гидродинамики в микромасштабе.<br>-Физико-химические принципы поверхностных явлений и их влияние на поведение жидкостей в микромасштабе | -Понимать и применять методики расчета характеристик потока в микромасштабе.<br>-Связывать физико-химические свойства жидкостей с параметрами проектируемых микрофлюидных устройств.   | -Валидация теоретических расчётов и численных моделей.<br>-Использование результатов моделирования для подготовки технических заданий на изготовление прототипов.  |
| 10 | <b>ПК-1.ИД1</b><br>Осуществляет монтаж, сборку и наладку электронных и мехатронных модулей лабораторных приборов и установок  | -Основные конструктивные элементы микрофлюидных систем.   | -Осуществлять сборку и запуск микрофлюидных систем.  | -Собирать, монтировать и запускать микрофлюидные системы, основываясь на предоставленной технической документации.   |
| 11 | <b>ПК-1.ИД2</b><br>Выполняет диагностику, техническое обслуживание, ремонт и модернизацию узлов лабораторного оборудования  | -Параметры, определяющие работоспособность микрофлюидных устройств.   | -Анализировать технические описания и экспериментальные характеристики микрофлюидных систем.<br>-Подбирать системы и выбирать режимы работы исходя из поставленных задач.  | -Проведение тестов работоспособности микрофлюидных систем.<br>-Поддержка работоспособности микрофлюидных систем.<br>-Выбор систем и модулей под конкретную задачу. |
| 12 | <b>ПК-1.ИД3</b><br>Разрабатывает и изготавливает опытные образцы модулей и устройств для экспериментальных установок  | -Возможности модификации и масштабирования микрофлюидных систем.  | -Предлагать изменения в конфигурации микрофлюидной системы для повышения производительности, воспроизводимости или удобства эксплуатации.<br>-Оценивать влияние предложенных изменений на режимы течения, стабильность, точность дозирования и биосовместимость системы. | -Участие в практических работах по модификации микрофлюидных установок.<br>- Тестирование модифицированных устройств и документирование результатов.               |
| 13 | <b>ПК-2.ИД1</b><br>Разрабатывает и адаптирует технологические процессы изготовления и сборки  | -Основные этапы технологического процесса производства электрофизиологического оборудования.  | -Выбрать оптимальные методы и оборудование для каждой стадии производства.<br>-Оценить влияние технологических параметров на качество и  | -Участие в разработке технологических процессов производства электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции.                                    |

|    |  |   |   |  |
|----|--|---|---|--|
|    | лабораторных биотехнических систем и приборов для биологических исследований   | -Технологические процессы обработки материалов.<br>-Методы сборки и монтажа электронных компонентов и электродов в производственном масштабе. | стоимость готовой продукции.  | -Участие в подготовка спецификаций оборудования и инструментальной базы для реализации разработанного процесса.<br>-Участие Проведения технологической отладки процесса на небольших партиях для выявления и устранения проблем перед полномасштабным производством. |
| 14 | ПК-2.ИД2 –<br>Осуществляет технологическое сопровождение сборочно-монтажных операций, контроль качества и приемо-сдаточные испытания | -Процедуры технологического контроля на стадии сборки и монтажа электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции             | -Проводить контроль качества в процессе производства электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции. | -Участвовать в проведении приемо-сдаточного контроля и функционального тестирования электрофизиологического оборудования или систем электростимуляции.<br>-Использовать контрольно-измерительные инструменты и приборы для оценки качества пайки и монтажа.          |

**КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ «МИКРОФЛЮИДИКА»**

| №  | Индекс компетенции | Наименование контрольных мероприятий |  |
|----|--------------------|--------------------------------------|--|
|    |                    | Вопросы                              |  |
|    |                    | Наименование оценочных средств       |  |
|    |                    | Вопросы                              |  |
| 1  | ОПК-1.ИД1          | 1-10, 23-27, 30-38                   |  |
| 2  | ОПК-1.ИД2          | 9, 10, 16-20, 39, 40                 |  |
| 3  | ОПК-1.ИД3          | 16-21                                |  |
| 4  | ОПК-1.ИД4          | 11-15                                |  |
| 5  | ОПК-1.ИД5          | 11-15                                |  |
| 6  | ОПК-2.ИД1          | 21-28, 30-38                         |  |
| 7  | ОПК-2.ИД2          | 21-28                                |  |
| 8  | ОПК-3.ИД2          | 22, 38-41                            |  |
| 9  | ОПК-3.ИД4          | 1-10, 30-38                          |  |
| 10 | ПК-1.ИД1           | 9, 10, 16-20                         |  |
| 11 | ПК-1.ИД2           | 16-22, 30-37                         |  |
| 12 | ПК-1.ИД3           | 11-15                                |  |
| 13 | ПК-2.ИД1           | 11-15                                |  |
| 14 | ПК-2.ИД2           | 11-15, 30-37                         |  |

### **Основы микрофлюидики. Вопросы**

1. Дайте определение микрофлюидики.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4
2. Какие расстояния, скорости, времена и объемы являются типичными для микрофлюидных систем?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4
3. Что такое число Рейнольдса и что оно характеризует? Каковы типичные значения этого показателя для потоков в микрофлюидике?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4
4. Какие предположения о жидкости в микроканалах накладываются при выводе уравнения Навье-Стокса в микрофлюидике?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4
5. Что такое гидравлическое сопротивление и от каких основных характеристик микроканала и жидкости оно зависит?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4
6. Какие поверхностные эффекты становятся доминирующими в микроканалах, и как они влияют на поведение жидкостей?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4
7. Какие стратегии применяются для усиления смешивания в ламинарных потоках в микрофлюидных системах?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4
8. Что такое напряжение сдвига в клетках, прикрепленных к поверхности микроканалов и микрокамер?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4
9. Какие параметры потока и геометрии микроканалов и камер критичны для предотвращения гипоксии и механического повреждения клеток при использовании микрофлюидных систем для доставки кислорода и питательных веществ к ним?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4, ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД1
10. Какие основные факторы могут привести к нежелательной денатурации белка в микрофлюидной системе?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД4, ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД1

### **Влияние потока на клетки и органические молекулы. Вопросы**

11. Опишите основные этапы и операции при использовании мягкой литографии для изготовления микрофлюидных систем.  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2
12. Опишите основные этапы и операции при использовании фотолитографии и травления для изготовления микрофлюидных систем.  
Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2
13. Какие материалы используются при термическом формовании? Какие параметры контролируются?

Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2

14. Как применяются методы 3D-печати при изготовлении микрофлюидных устройств? Опишите преимущества и недостатки метода.

Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД3, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2

15. Какие методы применяются для проверки герметичности изготовленных микрофлюидных устройств? Как проверяются характеристики потоков в микроканалах?

Компетенции: ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2

16. Какие требования предъявляются к герметичности микрофлюидных устройств? Какими способами достигается герметичность?

Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2

17. Перечислите типы датчиков давления, встраиваемых в микрофлюидные системы.

Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2

18. Для чего в микрофлюидные системы встраивают микроэлектроды и электрохимические датчики?

Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2

19. Каким образом контролируют концентрацию кислорода в жидкости и уровень pH в микрофлюидных системах?

Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2

20. Какие типы насосов и клапанов применяют в микрофлюидных системах?

Компетенции: ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2

21. Что такое «лаборатория на кристалле» и каковы ее преимущества по сравнению с комбинированием отдельных модулей?

Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-1.ИД3, ПК-1.ИД2

22. Какие параметры контролируются при использовании автоматизированных систем управления микрофлюидными устройствами?

Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД2, ПК-1.ИД2

### **Манипуляции с клетками, сортировка. Вопросы.**

23. Перечислите основные методы сортировки клеток на основе их размера с использованием микрофлюидных систем. Какие ограничения имеет каждый из этих методов?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2

24. На каких принципах и механизмах основана магнитная сортировка клеток в микрофлюидных системах?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2

25. Что такое диэлектрофорез и для чего он используется в микрофлюидных системах? На каких принципах и механизмах основана магнитная сортировка клеток в микрофлюидных системах?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2

26. Что такое оптический захват и как он применяется для манипуляций с отдельными клетками?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2
27. Какие акустические методы применяются для манипуляций с клетками в микрофлюидных системах?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2
28. В чем заключаются преимущества использования микрофлюидных систем для культивирования клеток?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2
29. Каким образом осуществляется удаление отходов при культивировании клеток в микрофлюидных системах?  
Компетенции: ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2

**Медицинские и биотехнологические приложения. Вопросы.**

30. Перечислите основные методы детектирования биомаркеров на микрофлюидных чипах. Охарактеризуйте их с точки зрения чувствительности и специфичности.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД2, ПК-2.ИД2
31. Какие методы сортировки применяются в системах, детектирующих циркулирующие раковые клетки?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД2, ПК-2.ИД2
32. На каких принципах и механизмах основаны иммунологические анализы на микрофлюидных чипах? Каковы основные области их применения?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД2, ПК-2.ИД2
33. В чем заключаются преимущества проведения ПЦР на микрофлюидных чипах?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД2, ПК-2.ИД2
34. Что представляет из себя «Орган на чипе»? Для чего применяются подобные системы?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД2, ПК-2.ИД2
35. Что такое высокопроизводительный скрининг с использованием микрофлюидных систем?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД2, ПК-2.ИД2
36. Какими средствами контролируются размеры при синтезе микро- и наночастиц с использованием микрофлюидных систем?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД2, ПК-2.ИД2
37. Что такое эмульсификация и инкапсуляция? Какими методами эти процессы осуществляются с микрофлюидных системах.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД4, ПК-1.ИД2, ПК-2.ИД2
38. Приведите примеры использования микрофлюидных систем в протеомике.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД4
39. Приведите примеры интеграции микрофлюидных и роботизированных систем для автоматизации манипуляций. Какие программные средства для этого используются?

Компетенции: ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2, ОПК-3.ИД2

40. Каким образом происходит организация параллельной обработки в микрофлюидных системах при масштабировании процессов?

Компетенции: ОПК-1.ИД2, ПК-1.ИД1, ПК-1.ИД2, ОПК-3.ИД2

41. Какие методы применяются для контроля качества и валидации при массовом производстве микрофлюидных чипов?

Компетенции: ОПК-1.ИД5, ПК-1.ИД2, ПК-1.ИД3, ОПК-3.ИД2

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет  
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)**

**Институт нейронаук и нейротехнологий**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Директор Института нейронаук и  
нейротехнологий,  
Доктор биологических наук, профессор**

\_\_\_\_\_ **В.В.Белоусов**

**«15» января 2026 года**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по учебной дисциплине**

**«РЕГУЛЯТОРНЫЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ»**

**для образовательной программы высшего образования -  
программы магистратуры  
по направлению подготовки  
12.04.04 Биотехнические системы и технологии**

**направленность (профиль) образовательной программы  
Инженерные нейротехнологии**

**Магистр  
Квалификация (степень) выпускника**

**Москва 2026**

Фонд оценочных средств составлен в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии и обсужден и одобрен на Ученом совете ИНН от 15 января 2026 года

**ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «РЕГУЛЯТОРНЫЕ  
АСПЕКТЫ НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ»**

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль) образовательной программы: инженерные нейротехнологии.

| № | Контролируемые разделы дисциплины   | Индекс контролируемой компетенции (или ее части) | Оценочные средства | Способ контроля |
|---|---|--|--------------------|-----------------|
| 1 | Раздел 1. Интеллектуальная собственность и патентная деятельность                           | ПК-3.ИД1<br>ПК-3.ИД2<br>ПК-3.ИД3<br>ПК-3.ИД4     | Вопросы 1-9        | Текущий         |
| 2 | Раздел 2. Правовое регулирование в области био-нейротехнологий.                             | ПК-3.ИД1<br>ПК-3.ИД2<br>ПК-3.ИД3<br>ПК-3.ИД4     | Вопросы 10-14      | Текущий         |
| 3 | Раздел 3. Сертификация и регистрация медицинских изделий и исследовательского оборудования. | ПК-3.ИД1<br>ПК-3.ИД2<br>ПК-3.ИД3<br>ПК-3.ИД4     | Вопросы 15-28      | Текущий         |
| 4 | Раздел 4. Этические аспекты биомедицинских и нейрофизиологических исследований              | ПК-3.ИД4<br>ОПК-1.ИД1                            | Вопросы 29-37      | Текущий         |

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | Индекс компетенции и её содержание   | Дескрипторы   |   |  |
|---|--|---|---|--|
|   |  | знать   | уметь   | владеть практическим опытом (трудовыми действиями)   |
| 1 | <b>ОПК-1.ИД1</b> – Проводит анализ научно-технической литературы и технической документации лабораторного оборудования для биологических, биомедицинских и физиологических исследований, включая мехатронные устройства и биотехнические системы | -Основные этические требования к биомедицинским и нейрофизиологическим исследованиям с участием человека и животных.          | -Оценивать корректность опубликованных методов с этической точки зрения.<br>-Оценивать допустимость планируемых исследований.   | Этическая экспертиза исследовательских протоколов.   |
| 2 | <b>ПК-3.ИД1</b> – Проводит патентный поиск по разрабатываемым техническим решениям в области электроники, мехатроники и биотехнических систем  | -Основы патентного поиска и критерии патентоспособности.<br>-Основные патентные базы данных.                                  | -Проводить целевой патентный поиск по ключевым словам, заявителям и тематическим кодам.   | -Проведение патентного поиска по заданной тематике био- и нейротехнологий.                         |
| 3 | <b>ПК-3.ИД2</b> – Осуществляет анализ уровня техники, оценку новизны и патентоспособности технических решений  | -Понятие уровня техники и критерии оценки новизны.<br>-Различия между разными типами РИД.                                     | -Сравнивать разрабатываемое решение с найденными аналогами для выявления отличительных признаков и оценки изобретательского уровня.<br>-Формулировать технический результат и существенные признаки для обоснования патентоспособности. | - Анализ уровня техники и подготовка заключения о новизне/патентоспособности технического решения. |
| 4 | <b>ПК-3.ИД3</b> – Проводит патентную экспертизу и исследование патентной чистоты опытных образцов и модулей лабораторного оборудования   | -Концепции патентной чистоты и патентоспособности.<br>-Основные методы анализа патентоспособности и оценки патентной чистоты. | -Выявлять потенциальные блокирующие патенты для разработанного решения.<br>-Рекомендовать альтернативные стратегии защиты интеллектуальной собственности.   | -Проведение анализа патентной чистоты и патентоспособности.  |
| 5 | <b>ПК-3.ИД4</b> – Участвует в формировании заявочной документации на объекты интеллектуальной собственности  | -Структуру патентной заявки.<br>-Требования к формуле изобретения.  | -Готовить техническое описание изобретения, примеры реализации, схемы для патентного поверенного.<br>-Участвовать в написании формулы изобретения.  | -Подготовка содержательной части патентной заявки.   |

**КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ «РЕГУЛЯТОРНЫЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ»**

| № | Индекс компетенции | Наименование контрольных мероприятий |  |
|---|--------------------|--------------------------------------|--|
|   |                    | Вопросы                              |  |
|   |                    | Наименование оценочных средств       |  |
|   |                    | Вопросы                              |  |
| 1 | ОПК-1.ИД1          | 29-37                                |  |
| 2 | ПК-3.ИД1           | 1-28                                 |  |
| 3 | ПК-3.ИД2           | 1-28                                 |  |
| 4 | ПК-3.ИД3           | 1-28                                 |  |
| 5 | ПК-3.ИД4           | 1-37                                 |  |

### **Интеллектуальная собственность и патентная деятельность. Вопросы**

1. В чем ключевые отличия изобретения, полезной модели и ноу-хау с точки зрения правовой охраны?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
2. Существуют ли особенности био- и нейротехнологических разработок, осложняющие соблюдение критериев патентоспособности полезных моделей? Если да, то какие?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
3. Приведите примеры типичных объектов патентования в нейротехнологиях. Для каких из приведенных примеров целесообразнее оформить патент на изобретение, а для каких — на полезную модель?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
4. Какие ограничения и правовые особенности существуют при патентовании изобретений, связанных с использованием человеческого биоматериала, животных моделей?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
5. Как бы вы стали проводить базовый патентный поиск для новой нейротехнологической разработки с использованием баз патентной информации? Какими источниками информации вы бы воспользовались, какие критерии поиска вы бы использовали?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
6. Какова типичная структура патентного документа? Какие разделы необходимо в первую очередь анализировать инженеру-разработчику при оценке уровня техники разработки?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
7. Какова структура заявки на получение патента в Российской Федерации? В какую организацию подается заявка?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
8. В чем состоят преимущества и недостатки хранения информации о техническом решении в режиме коммерческой тайны по сравнению с патентованием?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
9. Перечислите альтернативные и формы защиты результатов интеллектуальной деятельности? Какие из них можно сочетать с патентованием и в какой последовательности?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.

### **Правовое регулирование в области био- и нейротехнологий. Вопросы.**

10. Перечислите ключевые нормативные акты Российской Федерации, регулирующие генно-инженерную деятельность, генную терапию и биомедицинские клеточные продукты.  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
11. Какие органы осуществляют контроль генно-инженерной деятельности, создания и работы с клеточными продуктами в Российской Федерации?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.

12. Какие биотехнологические продукты подлежат обязательной регистрации и клиническим испытаниям?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
13. Какие существуют показания для использования инвазивных методов регистрации мозговой активности (ЭКоГ, микроэлектроды, стереотаксическая ЭЭГ) в клинической практике? Каким образом вживленные по медицинским показаниям электроды могут быть использованы в исследовательских целях?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
14. Какие виды ответственности предусмотрены за нарушения при проведении клинических испытаний био- и нейротехнологических разработок в Российской Федерации?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.

### **Сертификация и регистрация медицинских изделий и исследовательского оборудования. Вопросы**

15. Дайте определение медицинского изделия. В чём ключевое отличие медицинского изделия от лекарственного средства?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
16. Какие классы медицинских изделий по степени риска существуют? Приведите примеры медицинских изделий из области био- или нейротехнологий и укажите их класс.  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
17. Что такое клинические испытания? Перечислите виды клинических испытаний. В чем различия между клиническими испытаниями и клинической апробацией?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
18. Опишите процедуру государственной регистрации медицинских изделий в виде порядка действий.  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
19. Что такое регистрационное досье? Какие документы входят в досье медицинского изделия класса 2b?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
20. Какие части изделий проверяются при проведении токсикологической экспертизы? Для всех ли классов изделий она проводится?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
21. Что включают в себя испытания по электробезопасности? В каких случаях они проводятся? Какими организациями?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
22. Что включают в себя испытания по электромагнитной совместимости? В каких случаях они проводятся? Какими организациями?  
Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.
23. Какое лицензирование необходимо пройти производственной площадке для изготовления медицинского изделия? Зависит ли тип лицензии от класса устройства, которое планируется изготавливать?

Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.

24. Каков порядок внесения изменений в конструкцию или состав зарегистрированного медицинского изделия?

Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.

25. Какие устройства для улучшения состояния человека не считаются медицинскими? Есть ли примеры изделий из области нейротехнологий, не являющихся медицинскими изделиями?

Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.

26. Как производится сертификация исследовательского оборудования?

Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.

27. Какие организации осуществляют метрологический контроль исследовательского оборудования в Российской Федерации? Какие документы дают определяют право организации проводить такой контроль?

Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.

28. Какие требования по биобезопасности предъявляются к биотехнологическому оборудованию?

Компетенции: ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, ПК-3.ИД4.

**Этические аспекты биомедицинских и нейрофизиологических исследований. Вопросы**

29. Перечислите основные принципы Нюрнбергского кодекса 1947 года и объясните их значение для современных исследований в области нейротехнологий.

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ПК-3.ИД4.

30. Опишите ключевые положения Хельсинкской декларации.

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ПК-3.ИД4.

31. Имеют ли юридическую силу Нюрнбергский кодекс и Хельсинкская декларация на территории Российской Федерации?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ПК-3.ИД4.

32. Что такое информированное согласие на участие в исследовании? Какие пункты обязательны для включения в информированное согласие?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ПК-3.ИД4.

33. Кого включают уязвимые группы при проведении исследований в области нейротехнологий? Какие дополнительные меры защиты применяются к участниками исследований, входящих в уязвимую группу?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ПК-3.ИД4.

34. Какие виды контроля применяются при проведении клинических испытаний неротехнологических разработок? Каким образом использование методов контроля отражается в информированном согласии на исследование?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ПК-3.ИД4.

35. Какие требования предъявляются к защите и анонимизации электрофизиологических данных, получаемых в исследованиях с участием человека в Российской Федерации?

Компетенции: ОПК-1.ИД1, ПК-3.ИД4.

36. Перечислите принципы концепции 3R для исследований с участием животных.  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ПК-3.ИД4.

37. Какие обязательные пункты должно содержать описание протокола исследований в области био- и нейротехнологий с участием животных?  
Компетенции: ОПК-1.ИД1, ПК-3.ИД4.