

**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 ОПК-3.ИД4	Вопросы 1-10	Текущий
2	Раздел 2. Методы изготовления микрофлюидных устройств. Интеграция с электроникой и сенсорикой.	ОПК-1.ИД2 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-1.ИД5 ПК-1.ИД1 ПК-1.ИД2 ПК-1.ИД3 ПК-2.ИД1	Вопросы 11-22	Текущий
3	Раздел 3. Манипуляции с клетками, сортировка.	ОПК-1.ИД1 ОПК-2.ИД1 ПК-1.ИД2 ПК-2.ИД2	Вопросы 23-29	Текущий
4	Раздел 4. Медицинские и биотехнологические приложения	ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-2.ИД1 ОПК-3.ИД4 ПК-1.ИД2 ПК-2.ИД2 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. -Существующие клинические и исследовательские приложения микрофлюидики.	-Анализировать публикации, методика которых включает использование микрофлюидных систем и технологий. -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. -Методы проектирования каналов и камер. -Требования к материалам	-Проектировать геометрию микрофлюидных каналов и камер. -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. -Процедуры проверки герметичности и функциональности.	-Проводить диагностику неисправностей устройств. -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. -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. -Требования к контролю качества.	-Участвовать в организации производства опытных образцов микрофлюидных устройств. -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. -Актуальные публикации по клиническим и биотехническим приложениям микрофлюидики.	-Проводить поиск и анализ публикаций. -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. -Методы валидации новых микрофлюидных устройств.	-Планировать исследования, основанные на использовании микрофлюидных систем. -Проводить тестирование прототипов микрофлюидных систем.	-Проведение научных исследований, основанных на использовании микрофлюидных систем. -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. -Разрабатывать и запускать простые сценарии автоматизированных экспериментов. -Задавать параметры регистрации сигналов от датчиков микрофлюидных систем.	- Диагностики типичных сбоев автоматизированных микрофлюидных процедур
9	<b>ОПК-3.ИД4</b> Применяет основные фундаментальные математические, физико-химические и биологические знания для решения профессиональных задач, используя информационные технологии	-Основные уравнения гидродинамики в микромасштабе. -Физико-химические принципы поверхностных явлений и их влияние на поведение жидкостей в микромасштабе	-Понимать и применять методики расчета характеристик потока в микромасштабе. -Связывать физико-химические свойства жидкостей с параметрами проектируемых микрофлюидных устройств.	-Валидация теоретических расчётов и численных моделей. -Использование результатов моделирования для подготовки технических заданий на изготовление прототипов.
10	<b>ПК-1.ИД1</b> 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> Выполняет диагностику, техническое обслуживание, ремонт и модернизацию узлов лабораторного оборудования	-Параметры, определяющие работоспособность микрофлюидных устройств.	-Анализировать технические описания и экспериментальные характеристики микрофлюидных систем. -Подбирать системы и выбирать режимы работы исходя из поставленных задач.	-Проведение тестов работоспособности микрофлюидных систем. -Поддержка работоспособности микрофлюидных систем. -Выбор систем и модулей под конкретную задачу.
12	<b>ПК-1.ИД3</b> 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. -Оценивать влияние предложенных изменений на режимы течения, стабильность, точность дозирования и биосовместимость системы.	-Участие в практических работах по модификации микрофлюидных установок. - Тестирование модифицированных устройств и документирование результатов.
13	<b>ПК-2.ИД1</b> Разрабатывает и адаптирует технологические процессы изготовления и сборки	-Основные этапы технологического процесса производства электрофизиологического оборудования.	-Выбрать оптимальные методы и оборудование для каждой стадии производства. -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. -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. -Участие Проведения технологической отладки процесса на небольших партиях для выявления и устранения проблем перед полномасштабным производством.
14	ПК-2.ИД2 – 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. -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