

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования**
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Приложение 4
 к ОПОП ВО 19.04.01 Биотехнология,
 профиль "Нейроинженерия и тераностика"

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Нанотехнологии в биологии и медицине

Закреплена за подразделением Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

Профиль Нейроинженерия и тераностика

Квалификация	Магистр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	9 ЗЕТ		
Часов по учебному плану		324	Формы контроля в семестрах: экзамен 2, 1
в том числе:			
аудиторные занятия		144	
самостоятельная работа		108	
часов на контроль		72	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		2 (1.2)		Итого	
Неделя	18		18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Практические	72	72	72	72	144	144
Итого ауд.	72	72	72	72	144	144
Контактная работа	72	72	72	72	144	144
Сам. работа	72	72	36	36	108	108
Часы на контроль	36	36	36	36	72	72
Итого	180	180	144	144	324	324

Программу составил(и):

к.ф.-.м.н., доц., Сенатов Ф.С.

Рабочая программа

Нанотехнологии в биологии и медицине

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология (приказ от 28.09.2023 г. № 411 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

19.04.01 Биотехнология, 19.04.01-МБТ-24-1.plx Нейроинженерия и тераностика, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

19.04.01 Биотехнология, Нейроинженерия и тераностика, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии

Протокол от 21.06.2023 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Сенатов Ф.С.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель курса – сформировать теоретические представления и практические навыки при выборе оптимального материала при конструировании, рационального выбора рабочих принципов и возможных конструктивных, материаловедческих и технологических решений при создании новой техники, выбора применений и направлений развития инновационных продуктов для новых материалов.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Коммерциализация научных разработок	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем	
Знать:	
ПК-1-31 Методы анализа научных данных	
ПК-1-32 Методы и средства планирования и организации исследований и разработок	
ОПК-2: Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	
Знать:	
ОПК-2-31 Языки высокого уровня для проведения расчетов и визуализации результатов	
ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем	
Уметь:	
ПК-1-У2 Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	
ПК-1-У1 Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний	
ОПК-2: Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	
Уметь:	
ОПК-2-У1 Разрабатывать программы моделирования приборов и процессов био-и нейротехнологий с помощью языков высокого уровня	
ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем	
Владеть:	
ПК-1-В2 Навыком проведения анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	
ПК-1-В1 Навыком разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок	
ОПК-2: Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	
Владеть:	
ОПК-2-В1 Способностью разрабатывать программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Биоматериаловедение							
1.1	Основные группы и свойства биоматериалов /Пр/	1	12	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.5Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
1.2	Дизайн приборов и устройств для различных применений /Пр/	1	12	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-В2	Л1.5Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
1.3	Реферат "применение материалов" /Ср/	1	36	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У2 ПК-1-В2	Л1.5Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
1.4	Полимерные и керамические материалы /Пр/	1	12	ПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-32	Л2.1 Э1 Э2 Э3		КМ1	
	Раздел 2. Биомедицинские изделия, материалы и нанопрепараты для различных применений в биологии и медицине							
2.1	Методы производства биомедицинских изделий, материалов и анопрепаратов /Пр/	1	12	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-В2 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р1
2.2	Стандартизация и контроль качества. Перспективы развития. /Пр/	1	12	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.3	Реферат "Материалы. Современные тренды и перспектива развития" /Ср/	1	36	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У2 ПК-1-В2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.4	Выбор оптимальных направлений применения биомедицинских изделий, материалов и анопрепаратов /Пр/	1	12	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-32 ПК-1-У2 ПК-1-В2 ПК-1-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ2	Р2
	Раздел 3. Инженерия биоповерхностей							
3.1	Введение в инженерии биоповерхностей /Пр/	2	24	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3			

3.2	Выполнение ДЗ. Проработка материала по теме "Инженерия биоповерхностей" /Ср/	2	12	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 4. Создание препаратов адресного действия							
4.1	Методы создания препаратов адресного действия /Пр/	2	24	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Э1			
4.2	Выполнение ДЗ. Проработка материала по теме "Методы создания препаратов адресного действия" /Ср/	2	12	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Э1			
	Раздел 5. Трансляционная медицина							
5.1	Введение в трансляционную медицину /Пр/	2	24	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Э1			
5.2	Выполнение ДЗ по теме "Трансляционная медицина" /Ср/	2	12	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Homework 1 To construct an Ashby's Chart	ОПК-2-31;ПК-1-31;ПК-1-32	Построить диаграмму Эшби для заданной пары свойств и группы материалов. Выполнить работу с использованием ПО CES Edu Pack 2013. Получить профиль материалов с экстремальными значениями свойств.
КМ2	Homework 2 Translation of technical problem for performance index deduction	ОПК-2-31;ПК-1-31;ПК-1-32	Построить концептуальную модель элемента – обозначить действующие силы, потоки тепла, градиенты температуры, способы соединения с другими элементами. Выявить функцию, указать жёсткие и компромиссные ограничения, определить цель выбора материала при конструировании и свободные переменные. Вывести индекс функциональности материала.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Homework 3 Screening, ranking and documentation for Materials Selection	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2	Выполнить работу с использованием ПО CES Edu Pack 2013. Осуществить отсеечение неприемлемых решений, ранжирование приемлемых решений по индексу функциональности и дальнейший анализ полученных решений с точки зрения технологичности

P2	Homework 4 To construct a Pareto Chart and surface	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2	Построить диаграмму и поверхность Парето для заданного свойства и цены для заданного технического устройства. Выполнить работу с использованием ПО MS Excell и данных Yandex Market. Получить оптимальный материал для одной из обменных констант.
----	--	---	--

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По дисциплине предусмотрен экзамен.

Билет состоит из 3 вопросов.

Примерные вопросы для подготовки к экзамену 1 семестре:

1. Основные группы и свойства биоматериалов
2. Дизайн приборов и устройств для различных применений
3. Полимерные и керамические материалы
4. Методы производства биомедицинских изделий, материалов и нанопрепаратов
5. Стандартизация и контроль качества биомедицинских изделий, материалов и нанопрепаратов
6. Выбор оптимальных направлений применения биомедицинских изделий, материалов и анопрепаратов

Примерные вопросы для подготовки к экзамену во 2 семестре:

1. Инженерия биоповерхностей
2. Методы создания препаратов адресного действия
3. Трансляционная медицина
4. Переведите техническую проблему в поле: функция-цель-ограничения - свободная переменная. Выведите индекс производительности.
5. Продемонстрируйте решение проблемы выбора материалов для поставленной задачи.
6. Оцените скорость внедрения выбранного материала.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

- а) «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.
- б) «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.
- в) «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
- г) «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.
- д) «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Щелкунов С. Н.	Генетическая инженерия: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2010
Л1.2	Новиков Д. А., Новочадов В. В.	Статистические методы в медико-биологическом эксперименте (типовые случаи)	Электронная библиотека	Волгоград: Волгоградский государственный медицинский университет (ВолГМУ), 2005
Л1.3	Харитонов Л. Г., Калинина И. Н.	Биологические методы научных исследований: курс лекций	Электронная библиотека	Омск: Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, 2014
Л1.4	Наквасина М. А., Артюхов В. Г.	Бионанотехнологии: достижения, проблемы, перспективы развития: учебное пособие	Электронная библиотека	Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.5	Новиков А. А., Негров Д. А., Путинцев В. Ю., Мулюкова А. Р.	Биофизика и биоматериалы: механика: учебное пособие	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017
Л1.6	Тартаковский Д. Ф., Ястребов А. С.	Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 2002

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Львов Владислав Александрович	Практикум по проектированию 3D-моделей изделий медицинского назначения (медико- инженерное направление) (N 4299): метод. указания	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2020

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Терзиян Т. В.	Физическая и коллоидная химия: учебное пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии: электрон. учеб. пособие / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009	https://studylib.ru/doc/2354798/materialy-dlya-mediciny--kletочноj-i-tkanevoj-inzhenerii?ysclid=lp5l3ckngw12838565
Э2	J. Park, R.S. Lakes, Biomaterials. An introduction, Springer, 2007.	https://www.springer.com/
Э3	Штильман, М. И. Полимеры медико-биологического назначения / М. И. Штильман. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2006. – 400 с.	https://search.rsl.ru/ru/record/01002893731
Э4	Medical Textiles and Biomaterials for Healthcare, S.C. Anand, J.F. Kennedy, M. Mirafat, S. Rajendran (Eds.), Woodhead, Cambridge (2006)	https://alternativepressreview.org/doc/medical-textiles-and-biomaterials-for-healthcare
Э5	Polymers as biomaterials: S.W. Shalaby, A.S. Hoffman, B.D. Ratner and T.A. Horbett (eds.), Plenum Press, New York, NY, 1985, 390 pages	https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4613-2433-1

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	MS Teams
П.3	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.4	ESET NOD32 Antivirus
П.5	CES EDUPack
П.6	LMS Canvas
П.7	Консультант Плюс
П.8	Microsoft Excel

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/
И.2	SpringLink https://link.springer.com/
И.3	Электронная библиотека МИСиС http://elibrary.misis.ru/
И.4	ЭБС "Лань" https://e.lanbook.com
И.5	Электронный фонд https://docs.cntd.ru/?ysclid=lp5ebi7lkx985720114
И.6	Подписки на базы данных в НИТУ МИСИС https://research.misis.ru/library
И.7	https://www.studentlibrary.ru/ru/pages/catalogue.html
И.8	http://humbio.ru/humbio/physiology/0005e445.htm

И.9	https://booksmed.info/
И.10	https://openedu.ru/
И.11	https://lib.ssmu.ru/elektronnye-uchebniki-dlya-studentov-1-kursa-po-speczialnosti-lechebnoe-delo-2/
И.12	https://blog.frontiersin.org/tag/ebooks/
И.13	https://www.thermofisher.com/ru/ru/home/life-science.html

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Холл библиотеки (Б)		25 компьютеров, комплект специализированной мебели
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
Б-008	Лаборатория "Биомедицинские наноматериалы":	Химический блок: 3 вытяжных шкафа для работы с летучими и токсичными веществами; лабораторные столы с химически стойким покрытием; вакуумный роторный испаритель; препаративные центрифуги и ультрацентрифуги (5 шт.); лабораторные плитки с магнитным перемешиванием для получения наноструктурных материалов; ультразвуковая баня и ультразвуковой щуп для гомогенизации растворов; лабораторный реактор для крупномасштабного синтеза наночастиц; спектрофотометр; прибор для измерения динамического светорассеяния и поверхностного заряда наночастиц; рН- метр; холодильные и морозильные камеры; лиофильная сушилка; сушильный шкаф; деионизатор воды; аналитические весы; автоматические дозаторы.
Б-0023	Лаборатория "Биомедицинские наноматериалы":	Биологический блок: ламинарный шкаф II класса защиты для проведения работ с клеточными культурами в стерильных условиях; СО2- инкубатор, автоматический счетчик клеток; водяная баня; центрифуга; кельвинатор (-80°C) и сосуд Дьюара с жидким азотом (-196°C) для длительного хранения клеточных линий в замороженном состоянии; холодильные и морозильные камеры; необходимое вспомогательное оборудование; инвертированный флуоресцентный микроскоп; инвертированный оптический микроскоп; автоклав и уникальная установка для генерации низкочастотного магнитного поля.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Проведение практических занятий осуществляется в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий: проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint); использование при проведении занятий активных форм обучения.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.