

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.09.2026 11:55:24
Уникальный программный ключ:
488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,

А.Г. Балашов

«30» июня 2026 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическая биофизика»

Направление подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»

Направленность (профиль) «Биомедицинская электроника»

Москва 2026

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Компетенция ПК-1 «Способен анализировать состояние медико-биологических и научно-технических проблем при разработке интеллектуальных биотехнических систем и медицинских изделий» сформулирована на основе профессионального стандарта 26.014 «Специалист по проектированию, сопровождению производства и эксплуатации биотехнических систем».

Обобщенная трудовая функция С. Разработка, постановка на производство интеллектуальных биотехнических систем и технологий медицинского, экологического и биометрического назначения.

Трудовая функция С/01.7 Прототипирование интеллектуальных биотехнических систем и технологий медицинского, экологического и биометрического назначения.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.МБФ Способен анализировать состояние медико-биологических и научно-технических проблем при разработке интеллектуальных биотехнических систем и медицинских изделий с использованием их биофизического описания и математического моделирования	Анализ научно-технической информации по разработке биотехнических систем и технологий, медицинских изделий	Знания: – методы математического описания интеллектуальных биотехнических систем; – методы анализа нелинейных моделей интеллектуальных биотехнических динамических систем. Умения: – постановкаи формализация задач прототипирования и управления в интеллектуальных биотехнических системах; – анализ моделей интеллектуальных биотехнических динамических систем. Опыт деятельности: – построение математических моделей биотехнических систем по их описанию на основе анализа научно-технических проблем; – прототипирование интеллектуальных биотехнических динамических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, является элективной.

Входные требования к дисциплине - для изучения дисциплины необходимо:

– знать основы математического анализа, методы построения и анализа дифференциальных уравнений, основы анатомии и физиологии человека, биологические и физические принципы организации биосистем, принципов описания физических процессов, происходящих в биологических системах;

– уметь применять базовые физические законы для описания процессов в биологических и биотехнических системах, применять инструменты высшей математики для описания физических процессов в средах, применять численные методы для решения задач, заданных в дифференциальной форме, читать и анализировать научную литературу на иностранном языке.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	3	4	144	16	-	32	60	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Задачи в частных производных в интеллектуальных биотехнических системах	4	-	10	18	Контрольная работа 1

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2. Задачи в форме обыкновенных дифференциальных уравнений в интеллектуальных биотехнических системах	6	-	10	18	Контрольная работа 2
3. Задачи управления и оптимизации в интеллектуальных биотехнических системах	6	-	12	24	Защита индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля	№ дисциплины	№ лекционного занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2		Введение в математическую биофизику. Актуальные задачи построения медицинских приборов.
1	2	2		Методы решения уравнений математической физики.
2	3	2		Подходы к построению математических моделей.
2	4	2		Дифференциальные уравнения с задержкой. Стохастические дифференциальные уравнения
2	5	2		Решатели дифференциальных уравнений. Жесткость ОДУ, взрыв погрешности.
3	6	2		Внешние возмущения и вынуждающие функции. Постановка задачи определения управляющего воздействия
3	7	2		Устойчивость управления. Методы анализа. Разомкнутое и замкнутое управление.
3	8	2		Построение цифрового двойника. Принципы, математические методы.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Классификация уравнений в частных производных. Классические задачи математической физики.
1	2	2	Решение параболических уравнений.
1	3	2	Решение гиперболических и эллиптических уравнений
1	4	2	Численные методы решения уравнений математической физики. Конечные разности, элементы, объёмы.
1	5	2	Контрольная работа №1
2	6	2	Особенности решения нелинейных систем ОДУ.
2	7	2	Линеаризация систем ОДУ высокой размерности.
2	8	2	Построение математической модели по физиологическому описанию.
2	9	2	Численное решение нелинейных математических моделей высокой размерности.
2	10	2	Контрольная работа №2
3	11	2	Формализация задачи управления в биомедицинских системах.
3	12	2	Сигнал с датчиков. Фильтр Калмана.
3	13	2	Решение обратных задач. Регуляризация.
3	14	2	Параметрическая идентификация моделей. Оптимизация управляющего воздействия.
3	15	2	Защита индивидуальных заданий.
3	16	2	Защита индивидуальных заданий.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	18	Усвоение теоретического материала, изложенного на лекциях. Работа с учебной, учебно-методической и специальной научно-технической литературой, онлайн-ресурсами Подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное решение задач, заданных в частных производных. Составление плана выполнения задания.

2	18	Усвоение теоретического материала, изложенного на лекциях. Работа с учебной, учебно-методической и специальной научно-технической литературой, онлайн-ресурсами Подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное решение задач, заданных в форме обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение прямой и обратной задачи индивидуального задания.
3	24	Усвоение теоретического материала, изложенного на лекциях. Работа с учебной, учебно-методической и специальной научно-технической литературой, онлайн-ресурсами Подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное решение задач управления и оптимизации. Выполнение индивидуального задания (задача управления, определение ключевых параметров, подготовка презентации).

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

- 1) конспекты лекций;
- 2) примеры заданий к практическим заданиям;
- 3) примеры заданий к контрольным работам;
- 4) список вопросов к экзамену;
- 5) методические рекомендации для студентов.

Модуль 1. «Задачи в частных производных в интеллектуальных биотехнических системах»

Для подготовки к практическим и контрольным мероприятиям по модулю использовать следующий источник литературы: Л.1, Л.2,

Модуль 2. «Задачи в форме обыкновенных дифференциальных уравнений в интеллектуальных биотехнических системах»

Для подготовки к практическим и контрольным мероприятиям по модулю использовать следующие источники литературы: Л.1, Л.3, Л.4

Модуль 3. «Задачи управления и оптимизации в интеллектуальных биотехнических системах»

Для подготовки к практическим мероприятиям по модулю и выполнения индивидуального задания использовать следующие источники литературы: Л.1, Л.3, Л.4, Л.5, Л.6, Л.7

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1.Базаев Н.А. Сборник задач по дисциплине "Биофизические основы живых систем" [Текст] : Учеб. пособие / Н.А. Базаев, К.В. Пожар; Министерство образования и

науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М.: МИЭТ, 2018. - 80 с. - ISBN 978-5-7256-0891-5

2. Кальней С. Г. Математический анализ: учебное пособие. Ч. 2. Криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля. Ряды. Ряды Фурье. Уравнения в частных производных / С. Г. Кальней, А. М. Терещенко; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - 2-е издание, исправленное и дополненное. - М.: МИЭТ, 2024. - 200 с. - ISBN 978-5-7256-1022.

3. Алфимов Г. Л. Нелинейные задачи : Компьютерный практикум / Г. Л. Алфимов. - Москва ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2024. - 140 с. - ISBN 978-5-4344-1046-5.

4. Прасолов, А. В. Динамические модели с запаздыванием и их приложения в экономике и инженерии: Учеб. пособие / А. В. Прасолов. - СПб. : Лань, 2010. - 192 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). URL: <https://e.lanbook.com/book/210419> (дата обращения: 12.06.2026). - Текст: электронный. - ISBN 978-5-8114-0931-0

5. Сафиуллин Р. Н. Управление техническими системами : учебное пособие / Р. Н. Сафиуллин, Р. Р. Сафиуллин. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 344 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/311867>. (дата обращения: 12.06.2026). - Текст: электронный. - ISBN 978-5-507-45559-1.

6. Певзнер Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 424 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/212207>. (дата обращения: 12.06.2026). - Текст: электронный. - ISBN 978-5-8114-1566-3.

7. Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учебное пособие / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 464 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/271256>. (дата обращения: 12.06.2026). - Текст: электронный. - ISBN 978-5-507-45506-5.

Периодические издания

1. МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА : научно-технический журнал. - Москва : Медицина, 1967 - . - Переводная версия BIOMEDICAL ENGINEERING. - ISSN 0025-8075. - Текст: непосредственный.

2. БИОМЕДИЦИНСКАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА: Международный научно-прикладной журнал / Издательство "Радиотехника". - М. : Радиотехника, 1998. - . - ISSN 1560-4136. - Текст: непосредственный.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000. - URL: <http://www.elibrary.ru/> (дата обращения: 12.06.2026). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. GOOGLE PATENT: база данных патентов: сайт. - Google, 2006. - URL: <https://patents.google.com/> (дата обращения: 12.06.2026).

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для взаимодействия преподавателей и студентов используются модули «Новости» и «Обратная связь» электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС, а также электронная почта.

Применяются следующие модели обучения: перевернутый класс, для подготовки к которому студенту необходимо осуществлять самостоятельный поиск и изучения информации с использованием предлагаемых преподавателем онлайн-ресурсов.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в форме примеров заданий к контрольным работам и других методических материалов в информационной образовательной среде ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

При необходимости дисциплина может быть реализована частично или полностью с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Лекционные и практические занятия, а также назначенные при необходимости консультации, проходят с использованием внутренней электронной системы Moodle.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Microsoft Windows, Microsoft Office, браузер
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Microsoft Windows, Microsoft Office, браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-1.МБФ «Способен анализировать состояние медико-биологических и научно-технических проблем при разработке интеллектуальных биотехнических систем и медицинских изделий с использованием их биофизического описания и математического моделирования».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Посещение лекций и семинаров обязательно.

Лекционный курс проходит в интерактивном формате: студенты выступают в роли обучаемых, пассивно усваивая материал или обсуждая его с преподавателем. Лекции сопровождаются мультимедийными материалами.

На практических занятиях студенты приобретают умения и навыки в области решения прикладных задач математической биофизики как непосредственно путём решения задач, так и путём обсуждения с преподавателем возникающих при решении сложностей, а также поиска альтернативных путей решения.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подбор и анализ литературных источников в области постановки и решения математических задач биомедицинского приборостроения. Поиск осуществляется онлайн в открытых информационных ресурсах по ключевым словам на русском и иностранном языках. Результаты информационного поиска и на практических занятиях. Также предусмотрено самостоятельное решение задач и обсуждение сложностей, возникших при решении на практических занятиях.

В ходе семестра выполняется индивидуальное задание. Защита индивидуальных заданий проходит на практических занятиях 15 и 16.

Дополнительной формой контактной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором по мере необходимости, их посещать необязательно.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по дисциплине. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>. Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 8, 12 и 16 учебной недели.

Текущий контроль проходит в форме аудиторных контрольных работ, проводимых по окончании каждого двух модулей. По материалу, пройденному в рамках модулей путем аудиторной и самостоятельной работы, формируются теоретические и практические задания, а также задачи, направленные на оценку опыта деятельности. Каждому заданию присваивается максимальный балл, задания делятся на варианты таким образом, чтобы суммарный максимальный балл за все задания у каждого варианта был равен баллу, предусмотренному графиком контрольных мероприятий. Ответ на задания оформляется письменно. Оценивается письменный ответ на задания.

При проверке теоретических заданий оценивается полнота и качество теоретических знаний. При проверке практических заданий оценивается полнота причинно-следственных связей, корректность математического описания объектов. При проверке задач оценивается оптимальность методики решения и сложность использованных подходов. По итогам проверки за каждое задание выставляется набранный балл. Итоговая оценка представляет собой сумму набранных баллов за все задания.

Другой формой текущего контроля является защита индивидуального

задания, подразумевающего анализ выбранной сложной медицинской системы, постановку и выработку методов решения прямой задачи, постановку и выработку методов решения обратной задачи, постановку и выработку методов решения задачи управления. Защита проходит на практических занятиях 15 и 16 путём индивидуального выступления обучающихся перед преподавателем и другими обучающимися. В рамках выступления обучающийся предлагает слушателям презентацию, содержащую поставленную задачу и результаты выполнения указанных выше задач.

Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена. Все вопросы, входящие в контрольные работы, вносятся в единый список вопросов, классифицируются на теоретические, практические и задачи и ранжируются по сложности. Каждому i -му вопросу присваивается максимальный балл S_i^m .

Из данного списка составляются билеты, каждый из которых включает 3 вопроса, суммарная сложность вопросов максимально уравнивается по всем билетам. На экзаменационном занятии студенту предлагается выбор билета вслепую, после чего дается 40 минут на подготовку ответа. Ответ на задания оформляется письменно и устно докладывается экзаменатору. Оценивается в первую очередь устный ответ на вопросы. Критерии оценки теоретических, практических заданий и задач аналогичны текущему контролю. По итогам проверки за каждое задание выставляется набранный балл.

Итоговый балл Z за экзамен рассчитывается следующим образом:

$$Z = S_{CS}^m \frac{a_1 + a_2 + a_3}{S_1^m + S_2^m + S_3^m},$$

где S_{CS}^m – максимальный балл за итоговое контрольное мероприятие согласно графику контрольных мероприятий, a_i – балл, набранный за i -й вопрос.

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Итоговая оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института БМС,
к.т.н., доцент



/К.В. Пожар /

Рабочая программа дисциплины «Математическая биофизика» по направлению подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии», направленности (профилю) «Биомедицинская электроника» разработана в Институте БМС и утверждена на заседании УС Института БМС 30.06.2016 года, протокол № 9.

Зам. директора по образовательной
деятельности Института БМС



/А.А. Данилов/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК



/И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

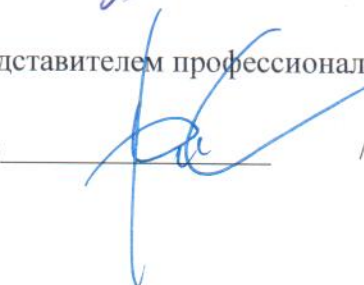
/ Директор библиотеки



/ Т.П. Филиппова/

Рабочая программа согласована с представителем профессионального сообщества

Генеральный директор ООО «Айвок»



/ С.А. Долгушин/