

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Математическое моделирование биологических процессов

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Медицинская физика

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород
2023 год начала подготовки

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование биологических процессов» относится к базовой части ОПОП по направлению подготовки 03.03.02 «Физика».

Студенты к моменту освоения дисциплины ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными навыками, полученными в рамках изучения дисциплин «Математика», «Информатика и современные информационные технологии».

К моменту изучения дисциплины студенты владеют теоретическими основами базовых математических дисциплин, у студентов присутствуют устойчивые навыки применения математических методов для решения прикладных задач, навыки работы в базовых программных продуктах.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Демонстрация способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	ПК-1.1: Знание фундаментальных законов в области физики для освоения профильных физических дисциплин ПК-1.2: Умение решать задачи профессиональной деятельности на основе применения знаний в области физики для освоения профильных физических дисциплин ПК-1.3: Владение навыками применения математических методов для решения задач профессиональной деятельности теоретического и прикладного характера	Контрольная работа	Зачет: Контрольные вопросы Задания
ПК-3 Способен проводить научные исследования с помощью современной приборной базы, сложного физического оборудования и информационных технологий с учетом	Демонстрация способности проводить научные исследования с помощью современной приборной базы, сложного физического оборудования и информационных технологий с учетом	ПК-3.1: Знание современной приборной базы, сложного физического оборудования и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта ПК-3.2: Умение работать с	Контрольная работа	Зачет: Контрольные вопросы Задания

отечественного и зарубежного опыта	зарубежного опыта	современной приборной базой, сложного физического оборудования и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта ПК-3.3: Владение навыками работы с современной приборной базы, сложного физического оборудования и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта		
---------------------------------------	-------------------	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	26
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	26
- КСР	2
самостоятельная работа	55
Промежуточная аттестация	зачет

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Всего	
Понятие модели. Примеры моделей. Типы моделей Классификация математических моделей	6		3	3	3
Примеры имитационных моделей	7	4		4	3
Специфика моделей живых систем	7	4		4	3

Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	6		3	3	3
Модели роста популяции	7	4		4	3
Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений	5		2	2	3
Детерминированные и вероятностные модели	7	4		4	3
Динамические системы с дискретным и непрерывным временем	9	4	2	6	3
Математические модели микромира	9	4	2	6	3
Детерминированные и вероятностные модели	8	4	2	6	2
В т.ч. текущий контроль	2				
Промежуточная аттестация - зачет					

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий практического типа путем проверки расчетно-графических заданий. Промежуточный контроль осуществляется на зачете.

2. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и практических занятий.

Для достижения планируемых результатов обучения в дисциплине «Математические методы в биологии» используются следующие образовательные технологии:

1. *Традиционные технологии*: информационные лекции и практические занятия (освоение конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму), мастер-классы.
2. *Информационно-коммуникационные технологии*: лекции-беседы, лекции-визуализации с презентацией изучаемого материала; различные формы самостоятельной работы студентов (самостоятельное изучение литературы, составление опорных конспектов, подготовка заданий).
3. *Технологии проблемного обучения*: проблемные лекции с изложением дискуссионных тем, требующих различной интерпретации изучаемого материала.

На лекциях раскрываются следующие основные темы изучаемого курса, которые входят в рабочую программу: основные понятия количественного анализа данных, элементы теории вероятностей, нормальное распределение, проверка статистических гипотез, доверительные интервалы и проверка гипотез, анализ категориальных и количественных переменных, корреляция и регрессия.

На практических занятиях более подробно изучается программный материал в плоскости отработки практических умений и навыков и усвоения следующих тем: основы программирования на языке R, основы базовой графической системы R, описательная статистика и визуализация данных в R, диагностика нормального распределения, статистические критерии при анализе данных.

Формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине является зачет, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения практических задач.

3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

5.1. Методические указания для обучающихся

Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление теоретических сведений и

отработку конкретных навыков работы в программной среде R, формирование культуры работы с данными.

Цель самостоятельной работы – подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который выполняет ряд дидактических функций: способствует формированию диалектического мышления, вырабатывает высокую культуру умственного труда, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело.

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой;
- поиск информации по темам дисциплины в сети Интернет
- подготовка к тестам;
- подготовка к решению задач
- подготовка к зачету

Перечень вопросов к зачету представлен в п.6.4 данной программы.

4. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования – базовый.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
	не зачтено		зачтено				
<i>Знание фундаментальных законов в области физики для освоения профильных физических дисциплин</i>	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материала с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительным материала без ошибок и погрешностей

<i>мение решать задачи профессиональной деятельности на основе применения знаний в области физики для освоения профильных физических дисциплин</i>	Полное отсутствие умения создавать, импортировать, анализировать и визуализировать данные в среде разработки RStudio	Отсутстви е умения создавать, импортировать и визуализировать данные в среде разработк и RStudio	Умение создавать, импортировать, анализировать и визуализировать данные в среде разработки RStudio при наличии существенн ых ошибок	Умение создавать, импортировать, анализировать и визуализировать данные в среде разработки RStudio при наличии незначитель ных ошибок	Умение создавать, импортировать, анализировать и визуализировать данные в среде разработк и RStudio с незначите льными погрешно стями	Умение создавать, импортировать, анализировать и визуализировать данные в среде разработк и RStudio без ошибок и погрешно стей	Умение создавать, импортировать, анализировать и визуализировать данные в среде разработки RStudio, способность к автоматизаци и путем написания функций
<i>Владение навыками применения математическ их методов для решения задач профессиональ ной деятельности теоретическог о и прикладного характера</i>	Полное отсутствие владения технология ми автоматизац ии биомедицин ских исследован ий	Отсутстви е владения технология ми автоматиз ации биомедиц инских исследова ний	Наличие минимальн ых навыков владения технология ми автоматизац ии биомедицин ских исследован ий	Посредстве нное владение технология ми автоматизац ии биомедицин ских исследован ий	Достаточн ое владение технология ми автоматиз ации биомедиц инских исследова ний	Хорошее владение технологи ями автоматиз ации биомедиц инских исследова ний	Всестороннее владение технологиями автоматизаци и биомедицинс ких исследований
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет включает устную и практическую часть. Устная часть зачета заключается в ответе студентом на теоретические вопроса курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть зачета предусматривает решение расчетной задачи.

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Достаточный уровень подготовки. Студент показывает хорошее владение теоретическим материалом. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя. Практическая часть выполнена, допускаются негрубые ошибки. Выполнение контрольных заданий от 50 до 100 %.

Не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Практическая часть не выполнена либо выполнена с грубыми ошибками. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
------------	--

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих сформированность компетенций
Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

– собеседование (устные и письменные ответы на вопросы).

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

– практические контрольные задания, включающие одну или несколько задач (вопросов).

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

1. Собеседование (устный опрос) по вопросам, выносимым на практические занятия и зачет

Устный опрос используется для контроля знаний студентов в качестве проверки результатов освоения основных категорий, принципов и закономерностей функционирования современного рыночного хозяйства по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов».

Параметры оценочного средства

Предел длительности контроля	20 минут
Предлагаемое количество вопросов	3
Критерии оценки:	
«зачтено»	Правильные ответы на два вопроса
«не зачтено»	0 – 1 правильных ответов

Вопросы промежуточного контроля (зачет):

1. Понятие модели. Познавательная роль модели.
2. Математика как язык описания природы и язык точных наук.
3. Динамическая система. Фазовое пространство, изображающая точка, фазовая траектория.
4. Эволюционные процессы и динамические системы. Фазовый портрет. Состояния равновесия динамической системы. Аттрактор. Репеллер.
5. Математическое и физическое моделирование. Анализ размерностей. П- теорема
6. Примеры имитационных моделей
7. Специфика моделей живых систем
8. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка
9. Модели роста популяции
10. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений
11. Детерминированные и вероятностные модели. Случайные величины. Распределение скоростей молекул в газе (распределение Максвелла). Распределение молекул газа в силовом поле (распределение Больцмана). Распределение Гиббса. Барометрическая формула. О тепловом расширении тел. Флуктуации. Среднеквадратичная и относительная флуктуации
12. Динамические системы с дискретным временем. Диаграмма Ламерея.
13. Динамические системы с непрерывным временем. Экспоненциальные процессы. Экспоненциальная функция. Периоды удвоения и полураспада. Примеры экспоненциальных процессов: радиоактивный распад, процесс разряда конденсатора, торможение парашютиста, остывание тел, ослабление интенсивности

излучения при прохождении через поглощающую среду. Рост народонаселения, развитие производства, экономики, науки, накопление знаний.

14. Логистическая модель. Уравнение Ферхюльста. Примеры биологических и социальных объектов. Задача об эволюции числа рыб в водоеме в зависимости от интенсивности рыболовства. Задача о планировании с обратной связью. Модель хищник-жертва.

15. Математическая модель засоления водоема с заливом сточными водами с растворенным загрязнителем. Равновесный водный режим и равновесная соленость. Возможность непредсказуемых смен равновесного уровня. Загадки Каспийского моря.

16. Структура сил и устойчивость движения. Теоремы Лагранжа, Кельвина и Тета. Волчок Лагранжа. Левитация тел в силовых полях. Устойчивость гибкого вала с регулируемым числом оборотов.

17. Автоколебания. Разрывные колебания тормозной колодки. Колебания скрипичной струны.

Долгопериодические изменения угловой скорости вращения Земли.

18. Модель Лоренца. Странный аттрактор Лоренца

19. Изолированные, закрытые открытые процессы.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД, Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Ю.И. Неймарк . Математические модели в естествознании и технике. Н.Новгород. Изд-во ННГУ.2004.401 с. (165 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Юдович В.И. Математические модели естественных наук. СПб:- Лань.2011, 336 с. (2 экз.)

2. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Механика и прикладная математика: Логика и особенности приложения математики. М. Наука. 1990. 360 с. (2 экз., 1983 – 2 экз.)

3. В.С. Анищенко. Знакомство с нелинейной динамикой. Саратов. 2000. 180 с. (2 экз.)

4. Безручко Б.П., Короновский А.А., Трубецков Д.И., Храмов А.Е. Путь в синергетику. Москва. URSS. 302 с.

5. Соросовский образовательный журнал. Электронный журнал. Режим доступа к статьям: www.issep.rssi.ru/cgi-bin/rubric.pl

6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Москва.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics.htm>

2. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm>

3. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/thermal.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: мультимедийная техника (компьютер, проектор, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 03.03.02 «Физика»

Автор: к.ф.-м.н., доцент кафедры ФМВ Быстракова М.В.

Рецензент:

д.т.н., профессор НГТУ им. Р.Е. Алексеева Ломакина Л.С.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 17.11.2022, протокол № 6/н.