

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Кафедра медицинской физики с курсом информатики

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА
лекций**

Дисциплина Математическое моделирование в биологии

Специальность 30.05.02 - Медицинская биофизика

Курс 2

Семестр III

Уфа

Рецензенты:

1. Главный врач

ГБУЗ Республиканский кардиологический центр, к.м.н.

И.Е. Николаева

2. Зав. кафедрой общей физики

Уфимского университета науки и технологий,

д.ф.-м.н., профессор

М. Х.Балапанов

Автор: доцент Аксенова З.Ф.

Утверждена на заседании № 10 кафедры медицинской физики с курсом информатики, от «18» апреля 2023 г.

Темы:

1. Классификация математических моделей.
2. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка
3. Модели роста популяции. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений
4. Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений

1. Тема: Классификация математических моделей

2. Курс: 2 семестр:III

3. Продолжительность каждой лекции: 2 ч.

На изучение **Темы** Классификация математических моделей, отведено 4 академических часа по рабочей программе дисциплины «Математическое моделирование в биологии» направления подготовки 30.05.02 Медицинская биофизика.

4. Контингент слушателей: обучающиеся фармацевтического факультета.

Учебная цель:

Знать: базовые понятия математического моделирования, цель математического моделирования

Уметь: решать прикладные задачи вычислительного и теоретического характера.

Владеть: методами математического моделирования на примере простейших биологических систем.

5. Иллюстративный материал и оснащение: таблицы, плакаты, интерактивная доска, видеоаппаратура, кодаскоп, мультимедийный проектор и др.

6. Подробный план: Модели и моделирование. Классификация моделей. Качественные (базовые) модели. Имитационные модели конкретных биологических систем. Математический аппарат. Понятие переменных и параметров. Стационарное состояние и его устойчивость. Компьютерные программы. Примеры имитационных моделей. Специфика моделей живых систем.

7. Методы контроля знаний и навыков: письменная контрольная работа, тестирование.

8. Литература: см. приложение

1. Тема: Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка
2. Курс: 2 семестр: III
3. Продолжительность каждой лекции: 2 ч.
4. На изучение Темы Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка, отведено 6 академических часов по рабочей программе дисциплины «Математическое моделирование в биологии» направления подготовки 30.05.02 Медицинская биофизика.
5. Контингент слушателей: обучающиеся фармацевтического факультета.
Учебная цель:
Знать: базовые понятия математического моделирования, цель математического моделирования
Уметь: решать прикладные задачи вычислительного и теоретического характера.
Владеть: методами математического моделирования на примере простейших биологических систем.
6. Иллюстративный материал и оснащение: таблицы, плакаты, интерактивная доска, видеоаппаратура, кодаскоп, мультимедийный проектор и др.
Подробный план: Стационарное состояние (точка покоя, особая точка, состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. Аналитический метод исследования устойчивости стационарного состояния (метод Ляпунова). Линеаризация системы в окрестности стационарного состояния. Логистическое уравнение.
7. Применение дифференциальных уравнений в биологии. Методы контроля знаний и навыков: письменная контрольная работа, тестирование.
8. Литература: см. приложение

1. Тема: Модели роста популяции. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений
2. Курс: 2 семестр: III
3. Продолжительность каждой лекции: 2 ч.
4. На изучение **Темы** Модели роста популяции. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений, отведено 4 академических часа по рабочей программе дисциплины «Математическое моделирование в биологии» направления подготовки 30.05.02 Медицинская биофизика.

5. Контингент слушателей: обучающиеся фармацевтического факультета.

Учебная цель:

Знать: базовые понятия математического моделирования, цель математического моделирования

Уметь: решать прикладные задачи вычислительного и теоретического характера.

Владеть: методами математического моделирования на примере простейших биологических систем.

6. Иллюстративный материал и оснащение: таблицы, плакаты, интерактивная доска, видеоаппаратура, кодаскоп, мультимедийный проектор и др.

Подробный план: Уравнение экспоненциального роста. Ограниченный рост. Модель популяции с наименьшей критической численностью. Дискретные модели популяций. Уравнение с запаздыванием. Поведение сложных систем складывается из сетей взаимодействия ее элементов. Простейшее – взаимодействие двух компонентов (двух переменных в модели). Качественная теория дифференциальных уравнений показывает, что уже в случае нелинейного взаимодействия двух переменных, их поведение во времени может иметь сложный характер: динамика может демонстрировать монотонное изменение, затухающие колебания, автоколебания с постоянными периодом и амплитудой. Возможно наличие двух или нескольких стационарных режимов. Удобным методом графического представления поведения системы является фазовая плоскость.

Понятие фазовых переменных и фазового пространства. Фазовый портрет. Метод изоклин. Главные изоклины. Устойчивость стационарного состояния.

Великий русский математик А. М. Ляпунов показал, что в большом числе случаев нелинейных систем (грубые системы, тип поведения которых мало изменяется при малых флуктуациях) тип устойчивости стационарного состояния можно исследовать, изучая линеаризованную систему в окрестности стационарного состояния.

Метод Ляпунова линеаризации системы в окрестности стационарного состояния. Линейные системы. Типы особых точек: узел, седло, фокус, центр. Понятие характеристических показателей Ляпунова. Примеры: химические реакции первого порядка. Классические системы Вольтерры (модель взаимодействия двух видов типа хищник-жертва).

7. Методы контроля знаний и навыков: письменная контрольная работа, тестирование.
8. Литература: см. приложение

1. Тема: Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений
2. Курс: 2 семестр: III
3. Продолжительность каждой лекции: 2 ч.
4. На изучение **Темы** Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений, отведено 4 академических часа по рабочей программе дисциплины «Математическое моделирование в биологии» направления подготовки 30.05.02 Медицинская биофизика.
5. Контингент слушателей: обучающиеся фармацевтического факультета.

Учебная цель:

Знать: базовые понятия математического моделирования, цель математического моделирования

Уметь: решать прикладные задачи вычислительного и теоретического характера.

Владеть: методами математического моделирования на примере простейших биологических систем.

6. Иллюстративный материал и оснащение: таблицы, плакаты, интерактивная доска, видеоаппаратура, кодаскоп, мультимедийный проектор и др.
7. Подробный план: Фазовая плоскость. Метод изоклин. Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Метод функций Ляпунова исследования устойчивости стационарного состояния. Возможные задачи модельного исследования. Применение дифференциальных уравнений в биологии. Методы контроля знаний и навыков: письменная контрольная работа, тестирование. Задача Коши. Сведение дифференциального уравнения высшего порядка к системе дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Эйлера-Коши. Метод Рунге-Кутты. Возможные задачи модельного исследования.
8. Литература: см. приложение

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основная литература

п / №	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в биб-лиотеке
1	2	3	4	5
1.	Основы высшей математики: учебник	Лобочкая, Н. Л.	- 2-е изд., перераб. и доп., стереотипное издание. Перепечатка с издания 1978 г. - М. : Альянс, 2015. - 479 с.	1144
2.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебник	В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Бл. Х. Сендов ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова.	3-е изд., перераб. и доп. - М. : Проспект : Изд-во МГУ, 2007 - . - (Классический университетский учебник). Ч. 1. - 2007. - 660 с	10
3.	Математические методы в биологии : учебное пособие	Чудновская, Г. В.	Иркутск : Иркутский ГАУ, 2012. — 116 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156795 (дата обращения: 14.03.2023).	Неограниченный доступ

Дополнительная литература

п/ №	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	2	3	4	5
1	Математические методы в биологии (математическая статистика) : учебно-методическое пособие—	Абдурахманов, Р. Г.	Махачкала : ДГУ, 2018. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158331 (дата обращения: 14.03.2023).	Неограниченный доступ
2	Математика и математические методы в биологии : учебно-	Галанина, О. В.	Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2021. —	Неограниченный доступ

	методическое пособие		133 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/191434 (дата обращения: 14.03.2023).	
3	Математические методы в биологии : учебно-методическое пособие	Иванов, В. И.	Кемерово : КемГУ, 2012. — 196 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/44336 (дата обращения: 14.03.2023).	Неограниченный доступ
4	Методы статистического анализа в медицине и биологии. Примеры и задания	Неустроев Е. П.	Якутск : Издательский дом СВФУ, 2021. - 96 с. - ISBN 9785751332037. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/metody-statisticheskogo-analiza-v-medicine-i-biologii-primery-i-zadaniya-14507514/	Неограниченный доступ
5	Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры	Самарский, А. А.	2-е изд., испр. - М. :Физматлит, 2005. - 316 с.	30
6	Задачи по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию с решениями [Текст]: учеб. пособие	Шапкин А. С.	4-е изд. - М. : Дашков и К, 2007. - 431 с.	30