

**Тематический план занятий семинарского типа
по дисциплине «Математическое моделирование в биологии и медицине»
для обучающихся по образовательной программе
специальности 30.05.01 Медицинская биохимия,
(уровень специалитета),
форма обучения очная
на 2023-2024 учебный год**

№	Тематические блоки	Часы (академ.)
1.	Введение в математическое моделирование ¹ . Место математических методов в системе биологических наук. Основные понятия математических методов. Построение модели, типы моделей (имитационные, динамические, точечные, распределенные и т.д.). Временная иерархия процессов, методы декомпозиции и редукции больших систем. Качественные методы исследования динамической системы (в частности, системы обыкновенных дифференциальных уравнений). Понятие стационарного состояния в кинетике биологических процессов. Кинетические модели, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка. Модель Ферхюльста в непрерывной и дискретной форме. Особенности динамики непрерывной и дискретной систем. Кинетические модели, описываемые двумя дифференциальными уравнениями. Фазовая плоскость, фазовые траектории, изоклины, особые точки ² .	2
2.	Ферментативная кинетика. Закон действующих масс при моделировании биохимических реакций. Математическая модель ферментативной реакции. Теория Михаэлиса-Ментен. Обезразмеривание системы как важный шаг исследования модели ² .	2
3.	Ферментативная кинетика ¹ . Численные методы расчета модели. Модель ферментативной реакции как пример жесткой системы. Кооперативные явления в ферментативных процессах, их моделирование. Решение задачи ² .	2
4.	Кинетические процессы распределения веществ в организме и основы их математического моделирования ¹ . Фармакокинетика, определение, основная цель, прикладная задача, основные положения фармакокинетики. Приемы химической кинетики, используемые при фармакокинетическом моделировании. Формализация процесса распределения препарата. Линеаризация данных. Построение фармакокинетической модели, используемый математический аппарат, приемы химической кинетики. Понятие «камеры». Проверка адекватности модели ² .	2
5.	Построение основных моделей фармакокинетики ¹ . Построение однокамерной модели с одномоментным введением. Построение однокамерной модели со всасыванием. Построение двухкамерной модели. Построение двухкамерной модели со всасыванием. Нелинейные и перфузионные фармакокинетические модели. Определение, достоинства и недостатки ² .	2
6.	Автоколебательные процессы в биологических системах ¹ . Примеры автоколебаний в биологии. Условия возникновения автоколебаний. Модели динамики роста популяции, взаимодействия видов, конкуренция, симбиоз, хищник-жертва. Модификация классической модели Вольтера. Предельные циклы. Пример конструирования модели типа хищник-жертва, имеющей предельный цикл. Автоколебания в биохимических реакциях. Модель гликолитических осцилляций в дрожжах Баера ² .	2
7.	Автоколебательные процессы в биологических системах ¹ . Модель гликолитических осцилляций в дрожжах Баера, ее анализ ² .	2
8.	Модель генетического триггера ¹ . Генетический код. Управление синтезом белка в бактериальной клетке. Генетический триггер Жакоба и Моно. Кооперативность и триггерные свойства модели Жакоба — Моно. Способы переключения триггера. Модель конкурирующих видов. Пример популяционного триггера. Модель Лас-оперона ² .	2
9.	Модель генетического триггера ¹ . Модель Лас-оперона. Построение нуль-клин системы. Определение стабильных и нестабильных стационарных состояний системы ² .	2

10.	Биологические триггеры в биохимической системе ¹ . Биологические триггеры и способы переключения в триггерных системах. Моностабильные и бистабильные системы. Обратимые и необратимые триггеры. Модель ферментативной реакции с ингибированием субстратом как пример биологического триггера. Кинетические кривые ферментативных реакций. Биохимические системы с обратной связью. Критерии бистабильности. Зависимость решений от параметров, наличие критических – бифуркационных значений параметров, обеспечивающих возможность параметрического переключения в триггерных системах. Бифуркационные кривые. Стабильные и нестабильные стационарные состояния. Нульклина в фазовой плоскости. Роль переключений в триггерных биологических системах для обеспечения регуляции биологической системы, дифференциации и др. Системы с взаимной активацией и репрессией ² .	2
11.	Биологические триггеры в биохимической системе. Модель ферментативной системы с линейной обратной связью и насыщаемой обратной реакцией. Бистабильность. Бифуркационные диаграммы определить стабильные и не стабильные состояния системы.	2
12.	Потенциал действия / Возбуждение нервного волокна. ¹ Понятия потенциал покоя, деполяризация, реполяризация, гиперполяризация. Концентрация ионов и ионные токи как основа формирования потенциала действия. Электрохимический потенциал как движущая сила трансмембранных токов. Формула Нернста. Регистрация токов в условиях фиксации потенциала. Модель потенциала действия Ходжкина-Хаксли: понятие «проводимость» для ионов Na ⁺ и K ⁺ ; управляющие частицы K ⁺ - и Na ⁺ - проводимости: параметры n, m, h, α, β; дифференциальные уравнения, описывающие модель Ходжкина-Хаксли. Модель Фитцхью-Нагумо: предпосылки создания, параметры проводимости для Na ⁺ и K ⁺ , система ДУ. Условия применения двухвариабельной модели. ²	2
13.	Потенциал действия/Возбуждение нервного волокна. ¹ Уравнение реакции диффузии. Сравнение уравнения диффузии с кабельным уравнением. Примеры биологических процессов, описываемых уравнением реакции диффузии. Возможные пути решения данного дифференциального уравнения. ²	2
14.	Модель клеточного цикла ¹ . Регуляция клеточного цикла. Особенности моделирования. Структура модели Новака-Тайсона. Феноменологическая и механизменная модели клеточного цикла. Математическое выражение модели Новака-Тайсона ² .	2
15.	Модель клеточного цикла ¹ . Ознакомление с моделью. Взаимосвязь значения параметров с поведением системы. Определение стационарных состояний системы ² .	2
16.	Нейронные сети ¹ . Нейронные сети: определение, история развития, область применения. Биологические нейронные сети. Структура и функции нейронов. Переход от биологических к техническим нейронным сетям. Концепция времени в нейронных сетях. Компоненты нейронной сети. Топология нейронной сети. Понятие о нейроне смещения. Представление нейрона. Порядок активации нейрона в сети. Коммуникация с окружающим миром: входные и выходные данные. Парадигмы обучения. Учебные наборы. Обучающие примеры и обучающие входы. Правило Хэбба. Понятие о персептроне и возможных областях его применения ² .	2
17.	Промежуточная аттестация (зачет)	2
	Итого	34

¹ - тема

² - сущностное содержание

Рассмотрено на заседании кафедры теоретической биохимии с курсом клинической биохимии «10» мая 2023 г., протокол № 16

Зав. кафедрой теоретической биохимии с курсом клинической биохимии, д.м.н, профессор

О.В. Островский