

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства (Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:

Директор
Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование в биологии

по направлению подготовки

06.03.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:

Биология

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
В.В. Ярцев

Председатель УМК
А. Л. Борисенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

ПК-1 Способен участвовать в исследовании биологических систем и их компонентов, планировать этапы научного исследования, проводить исследования по разработанным программам и методикам, оптимизировать методики под конкретные задачи.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-6.2 Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований

ИОПК-6.3 Приобретает новые математические и естественно-научные знания, используя современные образовательные и информационные технологии

ИПК-1.2 Проводит анализ и теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в соответствии с задачами исследования

2. Задачи освоения дисциплины

- Понимать математические формулы.
- Определять закономерности и связи в данных.
- Уметь решать типовые дифференциальные уравнения в составе математических моделей.
- Уметь находить примеры математических моделей в литературе и проводить их исследование.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Пятый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования по следующим дисциплинам: «Статистика», «Математика», «Биохимия»

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 6 ч.

-практические занятия: 28 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение. Математические модели в биологии.

Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Модели в разных науках. Компьютерные и математические модели. История первых моделей в биологии. Современная классификация моделей биологических процессов. Регрессионные, имитационные, качественные модели. Принципы имитационного моделирования и примеры моделей. Специфика моделирования живых систем

Тема 2. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка.

Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению. Понятие решения одного автономного дифференциального уравнения. Стационарное состояние (состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. Методы оценки устойчивости. Решение линейного дифференциального уравнения. Примеры: экспоненциальный рост, логистический рост.

Тема 3. Модели, описываемые системой дифференциальных уравнений.

Основные понятия. Фазовая плоскость и фазовый портрет. Метод изоклин. Устойчивость стационарного состояния. Исследование систем двух линейных уравнений. Характеристическое уравнение. Бифуркационная диаграмма. Системы двух нелинейных дифференциальных уравнений. Метод Ляпунова линеаризации системы в окрестности Стационарного состояния. Кинетические уравнения Лотки. Модель Вольтерра. Проблема быстрых и медленных переменных. Иерархия времен. Метод квазистационарных концентраций. Теорема Тихонова. Фермент-субстратная реакция Михаэлиса-Ментен. Мультистационарность. Фазовый портрет мультистационарной системы. Типы переключения триггера. Отбор одного из равноправных видов. Колебания в биологических системах. Автоколебания и предельные циклы. Устойчивость предельных циклов. Брюсселятор. Колебания в гликолизе. Динамический хаос. Система Лоренца. Детерминированный хаос. Линейный анализ устойчивости траекторий. Диссипативные системы. Динамический хаос в сообществе из трех видов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, оценки текущей работы, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в пятом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов. Продолжительность зачета 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=3766>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Динамические модели процессов в клетках и субклеточных наноструктурах : [сборник работ / под общ. ред. Г. Ю. Ризниченко и А. Б. Рубина. - Москва [и др.] : Ин-т компьютерных исслед. [и др.], 2010. - 447 с.: ил., табл.- (Биофизика. Математическая биология)

– Братусь А. С. Динамические системы и модели биологии / А. С. Братусь, А. С. Новожилов, А. П. Платонов. - Москва : Физматлит, 2010. - 400 с.: ил., табл.

– Крапивский П. Л. Кинетический взгляд на статистическую физику / Павел Л. Крапивский, Сидней Реднер, Эли Бен-Наим ; пер. с англ. А. М. Поволоцкий ; науч. ред. рус. изд. В. Б. Приезжев ; [МГУ им. М. В. Ломоносова, НОЦ по нанотехнологиям]. - Москва : Научный мир, 2012. - XVI, 598 с.: ил.- (Фундаментальные основы нанотехнологий : лучшие зарубежные учебники)

– Мюррей Д. Д. Математическая биология. Т. 2 / Джеймс Д. Мюррей ; пер. с англ. А. Н. Дьяконовой [и др.] ; под науч. ред. Г. Ю. Ризниченко. - Москва [и др.] : Институт компьютерных исследований [и др.], 2011. - 1078 с.: рис.- (Биофизика. Математическая биология)

б) дополнительная литература:

– Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. М., 1985.

– Бигон М., Харпер Дж., Таусенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. М., 1989.

– Рубин А.Б. Биофизика. Часть 1. М., 1999.

– Математическое моделирование биологических сообществ. - Владивосток, 1977. - 107 с

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Светлик Михаил Васильевич, кандидат биологических наук, кафедра физиологии человека и животных, доцент.