Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра биохимии и микробиологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ФДТ.1 Моделирование биологических процессов и систем»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
(код и наименование специальности)

Биоинженерия
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация
Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины *«ФДТ.1 Моделирование биологических процессов и систем»* рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биохимии и микробиологии
(наименование кафедры)

протокол № 9 от "06" марта 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра биохимии и микробиологии _____ Е.С. Барышева
(наименование кафедры) *(подпись)* *(расшифровка подписи)*

Исполнитель:
доцент кафедры БХМБ _____ А.Н. Сизенцов
(должность) *(подпись)* *(расшифровка подписи)*

_____ _____ _____
(должность) *(подпись)* *(расшифровка подписи)*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по специальности
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика _____ Е.С. Барышева
(код, наименование) *(личная подпись)* *(расшифровка подписи)*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
главный библиограф _____ Т.Г. Гагайтис-
(личная подпись) *(расшифровка подписи)*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ А.Н. Сизенцов
(личная подпись) *(расшифровка подписи)*

№ регистрации 191977

© Сизенцов А.Н., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

цели и задачи моделирования, классификацию методов моделирования, связь моделирования с различными науками, компьютерные и математические модели, регрессионные, имитационные, качественные модели, принципы имитационного моделирования и примеры моделей, понятие адекватности модели.

Задачи:

постановку задачи, моделирование, оптимизация структуры, формализация содержательной части модели, алгоритмизацию процессов функционирования моделируемой системы, принятие решений по результатам модели, построить концептуальную модель

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является факультативной(ым)

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.9 Основы проектной деятельности. Общественные проекты, Б1.Д.Б.13 Математика*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	ОПК-3-В-1 Проводит экспериментальную работу с организмами и клетками с использованием физико-химических методов исследования макромолекул ОПК-3-В-2 Демонстрирует практические навыки математических методов обработки результатов экспериментальных исследований	**Знать:** - основные тенденции и направления развития методов моделирования биологических процессов и систем. **Уметь:** - разбираться в методах моделирования биологических процессов и систем **Владеть:** - методами моделирования биологических процессов и систем

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**34,25**	**34,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- - изучение разделов курса в системе электронного обучения Moodl;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**73,75**	**73,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в моделирование	8	4			4
2	Основные понятия в теории моделирования	20	4	4		12
3	Специфика моделирования живых систем	20	2	2		16
4	Общая методология построения математических моделей	24	2	4		18
5	Колебания в биологических системах. Понятие автоколебаний	10	2	2		6
6	Моделирование динамических систем.	10	2	2		6
7	Имитационные модели.	16	2	2		12
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	108	18	16		74

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ раздела 1. Введение в моделирование *Основные понятия моделирования. Эффективность управления объектом (или процессом). Классификация моделей (математические и физические). Структурные модели. Понятие адекватности модели. Инструментальные средства моделирования*.

№ раздела 2 Основные понятия в теории моделирования. *Объекты, цели и задачи моделирования, классификацию методов моделирования, связь моделирования с различными науками, компьютерные и математические модели, регрессионные, имитационные, качественные модели, принципы имитационного моделирования и примеры моделей, понятие адекватности модели.*

№ раздела 3. Специфика моделирования живых систем. *Современная классификация моделей биологических процессов, понятие биологической модели, биологический объект моделирования и его свойства. Константы подобия, пример экстраполяции результатов комбинированного воздействия факторов среды с экспериментальных животных на человека, сходственные параметры математических моделей, процедура переноса.*

№ раздела 4. Общая методология построения математических моделей. *Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению, методы оценки устойчивости, понятие решения одного автономного дифференциального уравнения, устойчивость состояния равновесия, состояние равновесия. Экспоненциальный рост, логистический рост, модели с наименьшей критической численностью, модели с неперекрывающимися поколениями, дискретное логистическое уравнение, диаграмма и лестница Ламерея. Типы решений при разных значениях параметра. Матричные модели популяций. Влияние запаздывания. Вероятностные модели. уравнения Вольтерра .Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем. Уравнения Лотки. Метод функции Ляпунова.*

№ раздела 5. Колебания в биологических системах. Понятие автоколебаний. *Изображение автоколебательной системы на фазовой плоскости. Предельные циклы. Условия существования предельных циклов. Рождение предельного цикла. Мягкое и жесткое возбуждение колебаний. Модель брюсселятор. Бифуркация Андронова-Хопфа. Примеры автоколебательных моделей процессов в живых системах. Колебания в темновых процессах фотосинтеза. Автоколебания в модели гликолиза. Клеточные циклы. Внутриклеточные колебания концентрации кальция.*

№ раздела 6. Моделирование динамических систем. *Модели биологических сообществ. аттракторы. Предельные множества. Странные аттракторы. Размерность странных аттракторов. Динамический хаос. Диссипативные системы. Линейный анализ устойчивости траекторий. Устойчивость хаотических решений. Модель четырехвидовой системы. Трофические системы с фиксированным количеством вещества.*

№ раздела 7. Имитационные модели. *Специфика имитационного моделирования биологических процессов и систем. Этапы имитационного моделирования. Оценка адекватности имитационной модели. Содержательное описание объекта моделирования и его концептуальная модель. Способы формального представления имитационной модели: активностями, аппаратом событий, транзактами, агрегатами и процессами. Специализированные языки имитационного моделирования. Проведение машинных экспериментов с моделью и анализ результатов моделирования.*

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1,2	2	Компьютерные, математические, регрессионные, имитационные, качественные модели	4
3	3	Моделирование динамики живых систем. Построение функциональной зависимости, связывающей масштабы сходственных параметров с размерами тела животных и человека	2
4,5	4	Освоение метода расчета линейного дифференциального уравнения. Освоение методов расчета при разных значениях параметра: монотонные и	4

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		затухающие решения, циклы, квазистохастическое поведение, вспышки численности. Расчеты по уравнениям Лотки, Вольтерра	
6	5	Описание механизма автоколебаний	2
7	6	Эволюцию систем во времени	2
8	7	Проведение машинных экспериментов с моделью и анализ результатов моделирования.	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Осипенко, С. А. Математическое моделирование : учебно-методическое пособие : [16+] / С. А. Осипенко. – Москва : Директ-Медиа, 2022. – 144 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=689827 (дата обращения: 28.05.2026).

2. Вершинин, Г. А. Математические методы анализа и компьютерное моделирование медико-биологических процессов : практикум : [16+] / Г. А. Вершинин. – Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2019. – 56 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=613840 (дата обращения: 28.05.2026).

3. Братусь, А. С. Динамические системы и модели биологии : учебное пособие : [16+] / А. С. Братусь, А. С. Новожилов, А. П. Платонов. – Москва : Физматлит, 2009. – 400 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67304 (дата обращения: 28.05.2026).

4. Гаврилова, Л. В. Математическое моделирование водных экосистем : учебное пособие : [16+] / Л. В. Гаврилова, Л. А. Компаниец, В. Е. Распопов ; Сибирский федеральный университет, Федеральное агентство научных организаций, Красноярский научный центр Сибирского отделения РАН. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 202 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497152 (дата обращения: 28.05.2026).

5.2 Дополнительная литература

1. Барботько, А. И. Основы теории математического моделирования : учеб. пособие для вузов / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин .- 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 212 с

2. Козлов, Н. Н. Математический анализ генетического кода : [монография] / Н. Н. Козлов. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 215 с.

3. Введение в математическое моделирование : учеб. пособие / В. Н. Ашихмин и др.; под ред. П. В. Трусова. - М. : Логос, 2007. - 440 с.

4. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман.- 12-е изд., перераб. - М. : Юрайт, 2010. - 480 с.

5. Лакин, Г. Ф. Биометрия [Текст] : учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин.- 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1990. - 352 с

6. Биометрия : учеб. пособие / Н. В. Глотов, Л. А. Животовский, Н. В. Хованов; под ред. М. М. Тихомировой. - СПб. : ЛГУ, 1982. - 264 с

5.3 Периодические издания

1. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины : журнал. - М. : Агенство "Роспечать" (с 2002 года)

5.4 Интернет-ресурсы

http://lectoriy.mipt.ru/course/Biology-Molecular-14L#lectures - Московский физико-технический институт, Курс «Молекулярная биология»

- «Coursera», Курс «Основы вирусологии»

https://postnauka.ru/courses/74882 - ассоциация специалистов в сфере образования, науки и просвещения «Издательский дом “ПостНаука”», Курс «Войны бактерий. Гонки вооружений в эволюции микробов и вирусов»;

https://postnauka.ru/courses/43161 - ассоциация специалистов в сфере образования, науки и просвещения «Издательский дом “ПостНаука”», Курс «Микроорганизмы и их сообщества»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.
6. Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle» (http://moodle.osu.ru);

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:
   - комплекты ученической мебели;
   - компьютер с установленной операционной системой Microsoft Windows и пакетом настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ;
   - мультимедийный проектор BenQ MP512 (тип: DLP, яркость: 2200 ANSI lm, разрешение: 800x600, контрастность: 2500:1);
   - экран 1,5*1,0 м;
   - доска.
2. Помещения для самостоятельной работы:
   - комплекты ученической мебели;
   - компьютер с установленной операционной системой Microsoft Windows и пакетом настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.