

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

А.В. Бурмистров

« 15 » __ октября __ 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине **Б1.Б.20 Основы моделирования биологических процессов и систем**

Направление подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»
Профиль подготовки Инженерное дело в медико-биологической практике

Квалификация выпускника Бакалавр

Форма обучения очная

Институт Технологии легкой промышленности, моды и дизайна,

Факультет Технологии легкой промышленности и моды

Кафедра-разработчик рабочей программы Химической кибернетики

Курс, семестр 3, 5

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	–	–
Семинарские занятия	–	–
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	63	1,75
Форма аттестации	27	0,75
Всего	144	4

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 216, 12.03.2015)

по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» для профиля «Инженерное дело в медико-биологической практике», на основании учебного плана набора обучающихся 2018 г.

Разработчик программы:
доцент каф. ХК



Кошкина Л.Ю.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХК, протокол от 29.08.2018 № 1

зав. кафедрой ХК



Кутузов А.Г.

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета технологии легкой промышленности и моды

от 14.09.2018 № 1

Председатель комиссии, профессор



Зиганшина М.Р.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета пищевых технологий, к которому относится кафедра-разработчик РП

от 15.10.2018 № 2

Председатель комиссии, профессор



Сироткин А.С.

Начальник УМЦ



Китаева Л.А.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы моделирования биологических процессов и систем» являются

- а) формирование навыков построения математических моделей;
- б) получение представления о методе математического моделирования для описания функционирования целостного организма и отдельных его систем;
- в) выработка и закрепление практических навыков в освоении методологии компьютерного математического моделирования;
- г) умение строить формализованное описание объекта моделирования в виде блок-схем, функциональных зависимостей, использовать алгебраические и дифференциальные уравнения, для описания функционирования объекта моделирования в норме и при различных возмущающих воздействиях;
- д) освоение специальных приемов программирования, связанных с математическим моделированием биологических процессов и систем.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы моделирования биологических процессов и систем» относится к базовой части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Основы моделирования биологических процессов и систем» бакалавр по направлению подготовки 12.03.04 должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Высшая математика.
- б) Информатика и компьютерная графика.
- в) Информационные технологии.
- г) Компьютерные технологии в медико-биологической практике.
- д) Системный анализ.
- е) Планирование биотехнического эксперимента.

Дисциплина «Основы моделирования биологических процессов и систем» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Пакеты прикладных программ в медицине.
- б) Математическая обработка результатов экспериментов.
- в) Автоматизация обработки биомедицинской информации.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Основы моделирования биологических процессов и систем» могут быть использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускных квалификационных работ, могут быть использованы в научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

ОПК-2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

ОПК-5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) особенности биологического объекта, как объекта исследований;
- б) принципы и методы построения (формализации) и исследование математических моделей живых систем и способов их управления;
- в) современные средства вычислительной техники;
- г) численные методы решения типовых математических задач;
- д) современные математические пакеты для решения профессиональных задач.

2) Уметь:

- а) использовать в своей работе программные средства, на основе которых могут решаться задачи из конкретной предметной области;
- б) формулировать вычислительные задачи, строить алгоритмы, выбирать численные методы, программировать на современном языке высокого уровня, представлять данные в удобной форме;
- в) тестировать работу созданной программы;
- г) пользоваться для решения задач современными математическими пакетами реализации графических, аналитических и численных методов решения математических задач на компьютере;
- д) уметь интерпретировать полученные результаты расчетов и делать необходимые выводы;
- е) разрабатывать и представлять проекты в медико-биологической практике.

3) Владеть:

- а) методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов;
- б) методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств;
- в) принципами и методами моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем;
- г) приемами обработки и представления экспериментальных данных.

4. Структура и содержание дисциплины «Основы моделирования биологических процессов и систем»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС	
1	Предмет, задачи и методы моделирования биологических процессов и систем.	5	2	–	2	6	реферат, тест, устный опрос
2	Стохастическое моделирование.	5	2	–	4	8	реферат, тест, устный опрос, расчетная работа, отчет
3	Математическое моделирование биологических систем.	5	4	–	12	15	реферат, тест, устный опрос, расчетная работа, отчет
4	Моделирование кинетики биохимических процессов.	5	6	–	12	18	реферат, тест, устный опрос, расчетная работа, отчет
5	Математическое моделирование структуры потоков.	5	2	–	2	8	реферат, тест, устный опрос, расчетная работа, отчет
6	Математическое моделирование теплообменных процессов.	5	2	–	4	8	реферат, тест, устный опрос, расчетная работа, отчет
			18		36	63	
Форма аттестации							экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Предмет, задачи и методы моделирования биологических процессов и систем.	2	Модели и моделирование. Современные прикладные пакеты для решения задач биомедицинской направленности.	Понятие модели. Классификация моделей. Основные свойства моделей. Цели моделирования. Основные принципы моделирования. Технология моделирования. Этапы построения математической модели. Основные методы решения задач моделирования. Контроль правильности модели. Виды моделирования. Физическое моделирование. Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Обзор пакетов для решения профессиональных задач.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
2	Стохастическое моделирование.	2	Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов.	Активный эксперимент. Пассивный эксперимент. Уравнение регрессии. Критерий Стьюдента. Критерий Фишера. Регрессионные модели. Линейная, логистическая и нелинейная регрессия. Корреляция. Статистические модели регрессионного типа в биологии, экологии, медицине. Метод наименьших квадратов.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
3	Математическое моделирование биологических систем.	2	Моделирование биологических систем. Модели популяций.	Простейшие модели популяций. Гипотезы Вольтера. Аналогии с химической кинетикой. Классификация типов взаимодействий (симбиоз, комменсализм, хищник-жертва, аменсализм, конкуренция, нейтрализм). Внутривидовая конкуренция в популяции с дискретным размножением. Внутривидовая конкуренция в популяции с непрерывным размножением. Межвидовая конкуренция. Модель Лотки-Вольтерра. Система хищник-жертва.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
4		2	Моделирование микробных популяций	Непрерывные культуры микроорганизмов. Модель Моно. Микроэволюционные процессы в микробных популяциях. Возрастные распределения микроорганизмов. Непрерывные модели возрастной структуры микроорганизмов.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5

5	Моделирование кинетики биохимических процессов.	2	Основные положения химической кинетики.	Двусторонние и односторонние реакции. Кинетическая классификация реакций. Молекулярность и порядок реакций. Сложные реакции. Обратимые реакции первого порядка. Обратимые реакции второго порядка. Параллельные реакции. Последовательные реакции. Методы определения порядка реакций. Влияние температуры на скорость реакции.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
6		2	Кинетика простых ферментативных реакций. Прямая и обратная задача.	Кинетика ферментативной реакции с одним субстратом. Константа Михаэлиса. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментена. Определение кинетических параметров. Ингибирование ферментативных реакций. Конкурентное ингибирование. Неконкурентное ингибирование.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
7		2	Имитационное моделирование на примере биохимического процесса.	Основы применения метода имитационного моделирования. Составляющие имитационной модели. Классификация имитационных моделей. Основы организации имитационного моделирования. Исследование свойств имитационной модели. Имитационные модели сложных живых систем.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
8	Математическое моделирование структуры потоков	2	Математическое моделирование структуры потоков.	Экспериментальная оценка и моделирование гидродинамической структуры потоков. Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения. Диффузионная модель. Ячеечная модель.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
9	Математическое моделирование теплообменных процессов.	2	Модели тепловых элементов: теплообменники.	Основные типы моделей. Модели тепловых элементов: термостерилизаторы и теплообменно-регенеративные установки.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
		18			

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)

Не предусмотрено учебным планом.

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Целью проведения лабораторных работ является закрепление теоретического материала и получение навыков построения (формализации) и исследования математических моделей, решения практических задач, соответствующих профилю подготовки бакалавра с использованием программных средств и современных математических пакетов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Предмет, задачи и методы моделирования биологических процессов и систем.	2	Методы, приемы программирования в среде Excel Visual Basic и системе компьютерной математики	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
2	Стохастическое моделирование.	2	Построение регрессионных моделей. Метод наименьших квадратов.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
3		2	Пример построения и анализа модели регрессионного типа при описании взаимосвязи заболеваемости населения и загрязнения атмосферного воздуха.	
4	Математическое моделирование биологических систем.	2	Создание математических моделей сердечно-сосудистой системы. Определение рабочего диаметра аорты с использованием математической модели. Определение остаточного объема левого желудочка с использованием математической модели. Усовершенствованная модель В. А. Лищука. Исследование показателей системы гемодинамики у здоровых людей, пациентов с пограничной артериальной гипертензией и больных гипертонической болезнью I стадии.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
5		2	Моделирование динамических систем на примере распространения эпидемии.	

6	Математическое моделирование биологических систем.	2	Внутривидовая конкуренция в популяции с дискретным размножением. Внутривидовая конкуренция в популяции с непрерывным размножением.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
7		2	Межвидовая конкуренция.	
8		2	Модель системы «хищник-жертва» Лотки-Вольтерра.	
		2	Модель системы «хищник-жертва» с логистической поправкой, Холлинга-Тэннера.	
9	Моделирование кинетики биохимических процессов.	2	Прямая задача кинетики.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
10		2	Обратная задача кинетики.	
11		2	Кинетика ферментативной реакции. Прямая задача кинетики.	
12		2	Кинетика ферментативной реакции. Обратная задача кинетики.	
13		2	Имитационное моделирование для системы биохимической очистки.	
14		2	Имитационное моделирование. Сборка модулей. Тестирование, отладка программного продукта.	
15	Математическое моделирование структуры потоков.	2	Математическое моделирование структуры однофазных потоков.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
16	Математическое моделирование теплообменных процессов	2	Моделирование теплообменников идеального вытеснения типа «труба в трубе»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
17		2	Оптимальное проектирование теплообменника типа «труба в трубе»	
18			Сдача отчета по работам.	

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры химической кибернетики с использованием мультимедийного оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра/магистранта/аспиранта

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемы е компетенции
1	Предмет, задачи и методы моделирования биологических процессов и систем.	6	подготовка к тестированию, написание реферата, изучение рекомендуемой литературы	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
2	Стохастическое моделирование.	8	Подготовка к тестированию. Подготовка к лабораторной работе, изучение рекомендуемой литературы. Выполнение расчетной работы. Отладка, тестирование программ. Оформление и сдача отчета по работам.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
3	Математическое моделирование биологических систем.	15	Подготовка к тестированию. Подготовка к лабораторной работе, изучение рекомендуемой литературы. Выполнение расчетной работы. Отладка, тестирование программ. Оформление и сдача отчета по работам.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
4	Моделирование кинетики биохимических процессов.	18	Подготовка к тестированию. Подготовка к лабораторной работе, изучение рекомендуемой литературы. Выполнение расчетной работы. Отладка, тестирование программ. Оформление и сдача отчета по работам.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
5	Математическое моделирование структуры потоков.	8	Подготовка к тестированию. Подготовка к лабораторной работе, изучение рекомендуемой литературы. Выполнение расчетной работы. Отладка, тестирование программ. Оформление и сдача отчета по работам.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5
6	Математическое моделирование теплообменных процессов.	8	Подготовка к тестированию. Подготовка к лабораторной работе, изучение рекомендуемой литературы. Выполнение расчетной работы. Отладка, тестирование программ. Оформление и сдача отчета по работам.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности бакалавров в рамках дисциплины «Основы моделирования биологических процессов и систем» используется рейтинговая система на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся и обеспечения качества учебного процесса».

Рейтинговая система непрерывного контроля знаний бакалавров позволяет:

- реализовать индивидуальный подход в образовательном процессе;
- развить у бакалавров способность к самоорганизации и самообразованию;
- сформировать рейтинг бакалавров по степени освоения компетенций, включающих, как учебные результаты (знания, умения, навыки), так и личностные качества (дисциплина, ответственность, инициатива и др.).

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в Положении о балльно-рейтинговой системе.

Итоговая сумма баллов по дисциплине за семестр, где предусмотрен экзамен

Оценка	Итоговая сумма баллов	Оценка (ECTS)
отлично	87-100	A (отлично)
хорошо	83-86	B (очень хорошо)
	78-82	C (хорошо)
	74-77	D (удовлетворительно)
68-73		
удовлетворительно	60-67	E (посредственно)
неудовлетворительно	ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

По дисциплине «Основы моделирования биологических процессов и систем» предусмотрены следующие оценочные средства текущей и промежуточной аттестации:

1. Реферат.
2. Расчетная работа (в количестве 5).
3. Отчет.
4. Тест.
5. Экзамен.

Подготовка и представление реферата на заданную тему. В течение семестра бакалавр должен подготовить один реферат. Оценивается новизна, оригинальность подобранного материала, объем, полнота и уровень выполненной работы, качество оформления.

Расчетная работа. В течение семестра предусмотрены расчетные работы по 5 разделам, включающие задачи и задания по темам раздела. Оценивается самостоятельность решения, используемые способы и методы

решения, а также их количество, применение различных прикладных пакетов. Студент должен хорошо ориентироваться в выполненной работе, уметь аргументировать полученные результаты расчетов, отвечать на замечания и вопросы преподавателя теоретического и практического характера.

Отчет. По выполненным расчетным работам оформляется отчет, который оценивается по содержательности представленного материала, качеству оформления, наличию грамотно составленных выводов.

Тест даёт оценку обученности тестируемых. Тестирование проводится по всем разделам курса.

На итоговой аттестации (экзамене) оценивается полнота сформированных компетенций студента (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Реферат	1	3	5
Расчетная работа	5	20	30
Отчет	1	10	20
Тест	1	3	5
	Всего:	36	60
Экзамен		24	40
	Итого:	60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Основы моделирования биологических процессов и систем» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Савенкова, Н. П. Численные методы в математическом моделировании: Учебное пособие .— 2, испр. и доп. — Москва ; Москва : ООО "АРГАМАК-МЕДИА" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017 .— 176 с. — ISBN 978-5-16-009705-3	ЭБС «Znanium.com»: http://znanium.com/go.php?id=7742 78 Доступ с IP-адресов КНИТУ
2. Семакин, Игорь Геннадьевич. Программирование, численные методы и математическое моделирование [Учебники] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Приклад. математика и информатика" / И.Г. Семакин [и др.] .— М. : КноРус, 2017 .— 297, [1] с.	50 экз. в УНИЦ КНИТУ ЭБС BOOK.ru http://www.book.ru/book/920222 Доступ с IP-адресов КНИТУ
3. Мешалкин, В. П. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем : Учебное пособие .— 1 .— Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017 .— 357 с. ISBN 978-5-16-009747-3	ЭБС «znanium.ru» – Режим доступа http://znanium.com/go.php?id=5607 53 Доступ с IP-адресов КНИТУ
4. Ефремов, Герман Иванович. Моделирование химико-технологических процессов : учебник .— Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016 .— 255 с. ISBN 978-5-16-011030-1	ЭБС «znanium.ru» – Режим доступа http://znanium.com/go.php?id=5102 21 Доступ с IP-адресов КНИТУ
5. Чикуров, Николай Георгиевич. Моделирование систем и процессов : Учебное пособие .— Москва ; Москва : Издательский Центр РИОР : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2013 .— 398 с. ISBN 978-5-369-01167-6	ЭБС «znanium.ru» – Режим доступа http://znanium.com/go.php?id=3926 52 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

10.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Моделирование биологических процессов и систем [Учебники] : учеб. пособие / Л.Ю. Кошкина [и др.] ; Казан. гос. технол. ун-т .— Казань, 2007 .— 80 с. : ил. — Библиогр.: с.70 (7 назв.) .— ISBN 978-5-7882-0462-8.	59 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Фролов, Юрий Павлович. Математические методы в биологии. ЭВМ и программирование [Учебники] : Теоретические основы и практикум : Учеб.пособ. — 3-е изд., перераб.и доп. — Самара : Изд-во Самарского ун-та, 1996 .— 266 с. : ил., табл. — Библиогр.: с.255-263 .— ISBN 5-230-06069-7.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Гартман, Томаш Николаевич. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов [Учебники] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Основные процессы хим. производств и хим. кибернетика" .— М. : Академкнига, 2006 .— 415 с. : ил. — Библиогр.: с. 413-415 (54 назв.).	200 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Булидорова, Галина Викторовна. Кинетика сложных реакций [Учебники] : учеб. пособие / Г.В. Булидорова, К.А. Романова, Ю.Г. Галяметдинов ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2016 .— 85, [3] с. : ил. — Библиогр.: с.85-86 (19 назв.). ISBN 978-5-7882-1919-6	66 экз. в УНИЦ КНИТУ

1. Журнал «В мире науки». Режим доступа: <http://elibrary.ru>, свободный.
2. Журнал «Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова». Режим доступа: <http://elibrary.ru>, свободный.

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Основы моделирования биологических процессов и систем» рекомендуется использовать следующие электронные источники информации:

1. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>
3. ЭБС «Znanium» – Режим доступа: <http://znanium.com>
4. ЭБС ВООК.ru - Режим доступа: <http://www.book.ru>
5. ЭК УНИЦ КНИТУ Режим доступа: ruslan.kstu.ru

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов на соответствие их достижений планируемым результатам обучения по дисциплине «Основы моделирования биологических процессов и систем» разработаны фонды оценочных средств (ФОС), которые являются составной частью рабочей программы по дисциплине «Основы моделирования биологических процессов и систем» и оформлены отдельным документом в соответствии с Положением о фонде оценочных средств по дисциплине (модулю).

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются:

- для проведения лекционных занятий – аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) для чтения лекций-презентаций;
- для проведения практических/лабораторных занятий – компьютерные классы кафедры ХК, оснащенные современным оборудованием;
- для самостоятельной работы – компьютерные классы, подключенные к сети «Интернет» с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО «КНИТУ», представленную ресурсами сайта университета <http://www.kstu.ru>;
- методические пособия/указания для выполнения практических и лабораторных заданий;
- лицензионный доступ к ЭБС, БД и отдельным электронным версиям изданий из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров ФГБОУ ВО «КНИТУ».
- Лицензионное программное обеспечение: ПО Microsoft по программе DreamSpark, бывшая MSDN; Windows 7 Version 1511; MS Office 2012-2016 Standard.

13. Образовательные технологии

Основные интерактивные формы и удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, приведены в таблице:

Дисциплина	Интерактивные часы				Образовательные технологии
	Всего	Лек	Лаб.	Практ.	
Б1.Б.20 «Основы моделирования биологических процессов и систем»	9	9	–	–	проектный метод, кейс-метод, метод групповой дискуссии

Занятия, проводимые в интерактивных формах обучения, включают демонстрацию дидактического материала, охватывающего лабораторные методики расчета с использованием персональных компьютеров и анализа объектов изучения, компьютерные презентации, использование компьютерных учебников, разбор ситуаций, касающихся тематик проводимых лекционных и лабораторных занятий.