

Аннотация

к рабочей программе дисциплины

«Математическая биология, биоинформатика»

Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Математическая биология, биоинформатика» является накопление биологических знаний и изучение современных направлений исследований в биологии, использующих методы математического моделирования и биоинформатики, а также с некоторыми классическими примерами математических моделей биологических процессов, использующих аппарат нелинейных динамических систем, отражающих характерные особенности биологических процессов и демонстрирующих эффективность использования математических моделей для понимания механизмов функционирования биологических систем.

Задачи изучения дисциплины

- знакомство с рядом различных и вместе с тем наиболее часто используемых приемов моделирования сложных биологических систем – выделение существенных переменных, анализ характерных пространственных и временных шкал процессов, выбор способов их математического описания (дискретное или непрерывное, точечное или распределенное, детерминированное или стохастическое и др.), методы редукции больших систем;
- приложение методов качественного анализа динамических систем на примерах рассматриваемых математических моделей (скалярных ОДУ или систем 2-х ОДУ) – анализ стационарных состояний, периодических решений;
- знакомство с вычислительными алгоритмами расчета моделей, анализ эффективности различных вычислительных схем, иллюстрация использования различных вычислительных схем в классических моделях с разными типами поведения биологических систем;
- знакомство с типовыми биологическими процессами (транспорт веществ, химическая кинетика, типы взаимодействий в биологических системах и др.) и способами их математической формализации;
- знакомство с классическими моделями в биологии и демонстрация значения математического и компьютерного моделирования для понимания природы биологических процессов и функционирования биологических систем;
- знакомство с современным состоянием математической биологии, обсуждение новых направлений исследований в области математической биологии и биоинформатики, биоинженерии, интегративной биологии, системной биологии;
- формирование мотивации к самостоятельным исследованиям в области математической биологии;
- способность использовать вычислительные алгоритмы для анализа и систематизации генетической информации с целью выяснения структуры и функции макромолекул, с последующим использованием этих знаний для

создания новых лекарственных препаратов.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК1 – способность и готовность использовать теоретические, методические знания и умения по фундаментальным естественнонаучным, медико-биологическим и клиническим дисциплинам при изучении информационных процессов в биологии и медицине;

ПК2 – способность и готовность использовать методы системного анализа, экспертные методы математического моделирования для информационного обеспечения и управления здравоохранением.

Разделы дисциплины

Введение. Математические модели в биологии. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка. Модели роста популяций. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы. Мультистационарные системы. Колебания в биологических системах. Модели взаимодействия двух видов. Динамический хаос. Модели биологических сообществ. Моделирование микробных популяций. Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов. Основные понятия биоинформатики. Геномы и протеомы. Методы биоинформационного анализа. Филогенетический анализ. Информационные принципы в биотехнологии. Биоинформатика в фармации.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:



Проректор по научной работе

О.Г. Добросердов

(подпись, инициалы, фамилия)

08 сентября 20 17 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА»

(наименование дисциплины)

направление подготовки 06.06.01 Биологические науки

направленность «Математическая биология, биоинформатика»

форма обучения очная

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 06.06.01 Биологические науки, на основании учебного плана направленности (профиля) Математическая биология, биоинформатика, одобренного Ученым советом университета «29» июня 2015г. протокол №10

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, направленность (профиль) Математическая биология, биоинформатика на заседании кафедры биомедицинской инженерии, протокол № 1 от 31 августа 2015 г.

Зав. кафедрой

д.т.н., профессор Н.А. Корневский

Разработчик программы

д.м.н., профессор Н.М. Агарков

Согласовано:

Директор научной библиотеки

Макарова В.Г. Макаровская

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры *Прусова* О.Ю. Прусова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 направленность (профиль) Мат. Биология, Биоинформатика, одобренного Ученым советом университета протокол № 10 «29» 06 2016 г. на заседании кафедры БМБ в 1 от 31.08.2016

Зав. кафедрой

Н.А. Корневский

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 направленность (профиль) Мат. Биология, Биоинформатика, одобренного Ученым советом университета протокол № 10 «29» 06 2015 г. на заседании кафедры БМБ в 1 от 31.08.2017

Зав. кафедрой

Н.А. Корневский

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 направленность (профиль) Матем. Биология, Биоинформатика, одобренного Ученым советом университета протокол № 10 «29» 06 2015 г. на заседании кафедры БМБ в 1 от 30.08.2018

Зав. кафедрой

Н.А. Корневский

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» направленность (профиль) «Математическая биология, биоинформатика», одобренного Ученым советом университета протокол №11 «23» 06 2016 г. на заседании кафедры биомедицинской инженерии W 1 of 30.08.2019

Зав. кафедрой _____  Н.А. Кореневский

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» направленность (профиль) «Математическая биология, биоинформатика», одобренного Ученым советом университета протокол №10 «26» 06 2017 г. на заседании кафедры биомедицинской инженерии W 1 of 31.08.2020

Зав. кафедрой _____  Н.А. Кореневский

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» направленность (профиль) «Математическая биология, биоинформатика», одобренного Ученым советом университета протокол №12 «27» 06 2018 г. на заседании кафедры биомедицинской инженерии W 1 of 31.08.2021

Зав. кафедрой _____  Н.А. Кореневский

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» направленность (профиль) «Математическая биология, биоинформатика», одобренного Ученым советом университета протокол №9 «29» 06 2019 г. на заседании кафедры биомедицинской инженерии W 14 of 01.07.2022

Зав. кафедрой _____  Н.А. Кореневский

1 Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Математическая биология, биоинформатика» является накопление биологических знаний и изучение современных направлений исследований в биологии, использующих методы математического моделирования и биоинформатики, а также с некоторыми классическими примерами математических моделей биологических процессов, использующих аппарат нелинейных динамических систем, отражающих характерные особенности биологических процессов и демонстрирующих эффективность использования математических моделей для понимания механизмов функционирования биологических систем.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- знакомство с основными методами моделирования сложных биологических систем
- выделение существенных переменных, анализ характерных пространственных и временных шкал процессов, выбор способов их математического описания (дискретное или непрерывное, точечное или распределенное, детерминированное или стохастическое и др.), методы редукции больших систем;
- приложение методов качественного и системного математического моделирования анализа систем на примерах рассматриваемых математических моделей (скалярных ОДУ или систем 2-х ОДУ) – анализ стационарных состояний, периодических решений;
- знакомство с вычислительными алгоритмами расчета моделей адаптивными методами, анализ эффективности различных вычислительных схем, иллюстрация использования различных вычислительных схем в классических моделях с разными типами поведения биологических систем;
- знакомство с типовыми биологическими процессами (транспорт веществ, химическая кинетика, типы взаимодействий в биологических системах и др.) и способами их математической формализации;
- знакомство с классическими моделями в биологии и демонстрация значения математического и компьютерного моделирования для понимания природы биологических процессов и функционирования биологических систем;
- знакомство с современным состоянием математической биологии, обсуждение новых направлений исследований в области математической биологии и биоинформатики, биоинженерии, интегративной биологии, системной биологии;
- изучение прикладных пакетов программ при обработке медико – биологических данных;
- способность использовать вычислительные алгоритмы и теорию алгоритмов для анализа и систематизации генетической информации с целью выяснения структуры и функции макромолекул, с последующим использованием этих знаний для создания новых лекарственных препаратов.

1.3 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

Основной задачей дисциплины является формирование у аспирантов компетенций, позволяющих реализовать научно-исследовательскую и преподавательскую деятельность:

ПК1 – способность и готовность использовать теоретические, методические знания и умения по фундаментальным естественнонаучным, медико-биологическим и клиническим дисциплинам при изучении информационных процессов в биологии и медицине;

ПК2 – способность и готовность использовать методы системного анализа, экспертные методы математического моделирования для информационного обеспечения и управления здравоохранением;

ПК-3 - способность и готовность применять вычислительные, адаптивные методы и теорию алгоритмов при изучении медико-биологических систем;

ПК 5 - способность и готовность применять прикладные пакеты программ при обработке медицинских и биологических данных.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.6 «Математическая биология, биоинформатика» относится к разделу 1 «Дисциплины (модули)» Б1.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

3 Содержание и объем дисциплины

3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 часа.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

Объем дисциплины		Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины		144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)		54
в том числе:		-
лекции		36
лабораторные занятия		0
практические занятия		18
экзамен		-
зачет		-
Аудиторная работа (всего):		54
в том числе:		-
лекции		36
лабораторные занятия		0
практические занятия		18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		54
Контроль/экз (подготовка к экзамену)		36

Таблица 3.2 - Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел, темы дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час.	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение. Математические модели в биологии.	2	-	1	У1	С (16)	ПК-1, ПК-2
2	Модели биологических систем, описываемые одним дифференци-	2	-	2	У1	ЗП (16)	ПК-1, ПК-2

	альным уравнением первого порядка						
3	Модели роста популяций	2	-	-	У1		ПК-1, ПК-2
4	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений	2	-	3	У1	ЗП(16)	ПК-1, ПК-2
5	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	2	-	4	У1	ЗП(16)	ПК-1, ПК-2
6	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы	2	-	5	У1	ЗП(16)	ПК-2, ПК-3
7	Мультистационарные системы	2	-	6	У1	ЗП(17)	ПК-2, ПК-3
8	Колебания в биологических системах	2	-	-	У1		ПК-1, ПК-2
9	Модели взаимодействия двух видов ,вычислительные ,адаптивные методы	2	-	7	У1	ЗП(17)	ПК-3, ПК-5
10	Динамический хаос. Модели биологических сообществ, теория алгоритмов	2	-	-	У1		ПК-3
11	Моделирование микробных популяций	2	-	7	У1	ЗП(17)	ПК-2
12	Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов	2	-	-	У1		ПК-2
13	Основные понятия биоинформатики	2	-	-	У2		ПК-2, ПК-5
14	Геномы и протеомы	2	-	8	У2	ЗП(17)	ПК-1, ПК-2
15	Методы биоинформационного анализа	2	-	9, 10, 11	У2	ЗП(17-18)	ПК-1, ПК-2, ПК-5
16	Филогенетический анализ	2	-	12	У2	ЗП(18)	ПК-1, ПК-2, ПК-3
17	Информационные принципы в биотехнологии	2	-	13	У2	ЗП(18)	ПК-1, ПК-2, ПК-5
18	Биоинформатика в фармации	2	-	14	У2	ЗП(18) Э	ПК-1, ПК-2

Примечание ЗП – Защита практического занятия в виде собеседования; С – собеседование ; Э- экзам.

Таблица 3.3 - Краткое содержание лекционного курса

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
-------	--------------------------	------------

1	2	3
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.
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.
3	Модели роста популяций.	Непрерывные модели: 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: монотонные и затухающие решения, циклы, квазистохастическое поведение, вспышки численности. Матричные модели популяций. Влияние запаздывания.
4	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	Фазовая плоскость. Фазовый портрет. Метод изоклин. Главные изоклины. Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Типы особых точек: узел, седло, фокус, центр. Пример: химические реакции первого порядка.
5	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка.	Метод Ляпунова линеаризации систем в окрестности стационарного состояния. Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем. Уравнения Лотки. Уравнения Вольтерра. Метод функции Ляпунова.
6	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы.	Метод квазистационарных концентраций. Теорема Тихонова. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Бифуркации динамических систем. Типы бифуркаций. Бифуркационные диаграммы и фазопараметрические портреты. Катастрофы.
7	Мультистационарные системы.	Триггер. Примеры систем с двумя устойчивыми стационарными состояниями. Конкуренция. Силовое и параметрическое переключение триггера. Эволюция. Отбор одного из двух и нескольких равноправных видов. Генетический триггер Жакоба и Моно.
8	Колебания в биологических системах.	Понятие автоколебаний. Изображение автоколебательной системы на фазовой плоскости. Предельные циклы. Условия существования предельных циклов. Рождение предельного цикла. Бифуркация Андронова-Хопфа. Мягкое и жесткое возбуждение колебаний. Модель брюсселятор. Примеры автоколебательных моделей процессов в живых системах. Колебания в темновых процессах фотосинтеза. Автоколебания в модели гликолиза. Внутриклеточные колебания концентрации кальция. Клеточные циклы
9	Модели взаимодействия двух видов.	Гипотезы Вольтерра. Аналогии с химической кинетикой. Вольтерровские модели взаимодействий. Классификация типов взаимодействий конкуренция. Хищник-жертва. Обобщенные модели взаимодействия видов. Модель Колмогорова. Модель взаимодействия двух видов насекомых Макаргура. Параметрический и фазовые портреты системы Базыкина.
10	Динамический хаос. Модели биологических сообществ.	Основные понятия теории динамических систем. Предельные множества. Аттракторы. Странные аттракторы. Динамический хаос. Линейный анализ устойчивости траекторий. Диссипативные системы. Устойчивость хаотических решений. Размерность странных аттракторов. Стационарные состояния и динамические режимы в сообществе из трех видов. Трофические системы с фиксированным количеством вещества. Модель четырехвидовой системы.

11	Моделирование микробных популяций.	Микробные популяции как объект моделирования и управления. Непрерывная культура микроорганизмов. Модель Моно. Микроэволюционные процессы в микробных популяциях. Возрастные распределения. Двухвозрастная модель. Непрерывные возрастные распределения.
12	Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов.	Влияние слабых электромагнитных полей на биологические системы. Понятие резонанса. Нелинейная модель антипорта ионов с участием переносчика. Периодическое воздействие на систему со стационарным состоянием типа устойчивый фокус. Мультистационарная модель. Автоколебательная модель. Динамический хаос. Частота воздействия как управляющий параметр. Стохастический резонанс.
13	Основные понятия биоинформатики	Предмет биоинформатики. Инфраструктура биоинформатики. Биологические последовательности. Примеры сравнения данных. Понятие «информация»
14	Геномы и протеомы	Геномика. Картографирование бинома. Методы секвенирования ДНК. Протеомика. Структура белков и информация. Биоинформатика в медицине.
15	Методы биоинформационного анализа	Матрицы замен. Алгоритмы выравнивания последовательностей. Множественное выравнивание последовательностей.
16	Филогенетический анализ	Гомология. Филогения и фенетика. Кладистические методы. Инструменты филогенетического анализа.
17	Информационные принципы в биотехнологии	Секвенирование биологических последовательностей и экспрессия генов. Функционирование и организация геномов. Эволюция геномов. Анализ и предсказание белков.
18	Биоинформатика в фармации	Медицинская геномика и фармакогеномика. Фармацевтическая промышленность и открытие и разработка лекарств. Фармакоинформатика. Компьютерная токсикология и иммуноинформатика.

3.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 3.4 - Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	Решение дифференциального уравнения	1
2	Логистический рост (уравнение Ферхюльста)	1
3	Дискретные модели популяций с неперекрывающимися поколениями	1
4	Решение системы линейных дифференциальных уравнений	1
5	Фазовый и кинетический портреты системы	1
6	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	1
7	Триггерные и колебательные системы	1
8	Знакомство с базами данных генов, геномов и структур биологических макромолекул	1
9	Декодирование и сравнение последовательностей ДНК	1
10	Парное и множественное выравнивание последовательностей ДНК	1
11	Изучение паттернов последовательностей ДНК	2
12	Построение филогенетических деревьев	2
13	Распознавание с помощью текстовых методов в системной биологии и биоинформатике	2
14	Изучение возможностей горизонтального переноса генов у бактерий	2
Итого		18

3.3 Самостоятельная работа аспирантов (СРС).

Таблица 3.6 - Самостоятельная работа аспирантов (СРС)

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
1.	Виды математических моделей в биологии	16	4
2.	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	16	4
3.	Матричные модели популяций	16	4
4.	Дифференциальное исчисление функции многих переменных	16	8
5.	Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем.	17	6
6.	Бифуркации динамических систем	17	4
7.	Триггерные системы в биологии	17	4
8.	Автоколебательные процессы в биологических системах	17	4
9.	Обобщенные модели взаимодействия видов	18	4
10.	Динамические модели в биологии	18	4
11.	Возрастные распределения	18	4
12.	Стохастический резонанс	18	4
Итого			54

4 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- * библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- * имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- * путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- * путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- * путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- заданий для самостоятельной работы;

- тем курсовых проектов и методические рекомендации по их выполнению;

- вопросов к экзамену;

- методических указаний к выполнению практических работ.

типографией университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

5 Образовательные технологии

Для эффективности процесса формирования компетенций обучающегося по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (Математическая биология, биоинформатика), предусмотренных ФГОС, технологическая стратегия подготовки аспирантов в ходе образовательного процесса должна учитывать их установки на профессионально-личностную и научно-исследовательскую самоактуализацию и самореализацию, предоставляя аспирантам широкие возможности для самостоятельной углубленной профессиональной специализации на основе личных индивидуальных планов и образовательных программ.

Таблица 5.1 – Образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1.	Введение. Математические модели в биологии	Лекция – визуализация	2
2.	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка.	Лекция – визуализация	2
3.	Модели роста популяций.	Лекция – визуализация	2
4.	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	Лекция – визуализация	2
5.	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка.	Диалог с аудиторией	2
6.	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы.	Диалог с аудиторией	2
7.	Мультистационарные системы.	Диалог с аудиторией	2
8.	Колебания в биологических системах.	Диалог с аудиторией	2
9.	Модели взаимодействия двух видов.	Диалог с аудиторией	2
10.	Динамический хаос. Модели биологических сообществ.	Диалог с аудиторией	2
11.	Моделирование микробных популяций.	Диалог с аудиторией	2
12.	Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов.	Диалог с аудиторией	2
13.	Основные понятия биоинформатики	Диалог с аудиторией	2
14.	Геномы и протеомы	Диалог с аудиторией	2
15.	Методы биоинформационного анализа	Диалог с аудиторией	2
16.	Филогенетический анализ	Диалог с аудиторией	2
17.	Информационные принципы в биотехнологии	Диалог с аудиторией	2
18.	Биоинформатика в фармации	Диалог с аудиторией	2
Итого:			36

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 6.1 - Этапы формирования компетенции

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК1 – способность и готовность использовать теоретические, методические знания и умения по фундаментальным естественнонаучным, медико-биологическим и клиническим дисциплинам при изучении информационных процессов в биологии и медицине	Б1.В.ОД.5 Биологическая и медицинская информатика	Б2.1 Педагогическая практика	Б1.В.ОД.6 Математическая биология, биоинформатика Б1.В.ДВ.2.2 Теоретическая и физиологическая кибернетика Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Б2.2 Научно-исследовательская практика Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук		
ПК2 – способность и готовность использовать методы системного анализа, экспертные методы математического моделирования для информационного обеспечения и управления здравоохранением	Б1.В.ОД.5 Биологическая и медицинская информатика		Б1.В.ОД.6 Математическая биология, биоинформатика Б2.2 Научно-исследовательская практика Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах

			подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук		
ПК-3 - способность и готовность применять вычислительные, адаптивные методы и теорию алгоритмов при изучении медико-биологических систем;	Б1.В.ОД.5 Биологическая и медицинская информатика	Б1.В.ДВ.1.2 Математические методы обработки результатов биологических и медицинских исследований	Б1.В.ОД.6 Математическая биология, биоинформатика
			Б2.2 Научно-исследовательская практика Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук		
ПК 5 - способность и готовность применять прикладные пакеты программ при обработке медицинских и биологических данных.	Б1.В.ОД.5 Биологическая и медицинская информатика Б2.2 Научно-исследовательская практика	Б1.В.ДВ.1.1 Автоматизация обработки медико-биологических данных Б1.В.ДВ.1.2 Математические методы обработки результатов биологических и медицинских исследований	Б1.В.ОД.6 Математическая биология, биоинформатика
			Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук		

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 6.2 - Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (частей компетенций)

№	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции
---	-----------------	-------------------------------------

п/п	(или её части)	Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
1	2	3	4	5
1.	ПК1 – способность и готовность использовать теоретические, методические знания и умения по фундаментальным естественнонаучным, медико-биологическим и клиническим дисциплинам при изучении информационных процессов в биологии и медицине	Знать: основные понятия из рассматриваемых разделов математической биологии (таких, как нейронные сети, автоматные модели возбудимых сред, графовые модели эволюции, и др.) Уметь: применять теоретические основы математической биологии в профессиональной сфере Владеть: основными понятиями природных явлений и процессов при исследованиях в профессиональной сфере	Знать: определения и свойства математических объектов, используемых в биологических моделях Уметь: применять математические методы для решения типовых профессиональных задач Владеть: современными подходами и методами математики к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию, моделированию природных явлений и процессов	Знать: формулировки утверждений математической биологии, методы их доказательства, возможные сферы их приложений Уметь: обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные медико-биологических процессов Владеть: математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов математики к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию, моделированию природных явлений и процессов
2.	ПК2 – способность и готовность использовать методы системного анализа, экспертные методы математического моделирования для информационного обеспечения и управления здравоохранением	Знать: новые области исследования и проблемы в сфере разработки информационных технологий в биологии и медицине Уметь: профессионально ориентироваться в современном состоянии математической биологии Владеть: навыками работы с информацией в глобальных компьютерных сетях	Знать: основные математические методы статистического оценивания и проверки гипотез, обработки экспериментальных данных и математические модели, применяемые в биологии Уметь: выбирать возможные направления индивидуальных исследований математической биологии. Владеть: методами математического моделирования и математической обработки информации	Знать: математические методы обработки экспериментальных данных в биологии. Уметь: работать с программными средствами специального назначения, соответствующими современным требованиям мирового рынка Владеть: технологиями моделирования от разработки модели, ее качественного анализа, до компьютерной реализации и обработки результатов

3.	ПК-3	<p>Знать: теоретические основы и области применения вычислительных ,адаптивных методов и теории алгоритмов .</p>	<p>Знать: прикладные аспекты при вычисление теоретических основ и областей применения вычислительных, адаптивных методов и теорий алгоритмов .</p>	<p>Знать: вычислительные, адаптивные методы и теорию алгоритмов, особенности их применения</p>
		<p>Уметь: определять области применения теоретические основы и области применения вычислительных ,адаптивных методов и теории алгоритмов .</p>	<p>Уметь : применять вычисление ,адаптивных методов и теорий алгоритмов при решении общих задач .</p>	<p>Уметь : применять вычисление ,адаптивных методов и теорий алгоритмов при решении общих и частных задач математической биологии ,биоинформатики .</p>
		<p>Владеть : навыками определения области применения теоретических основ и областей применения вычислительных, адаптивных методов и теорий алгоритмов .</p>	<p>Владеть: применением прикладных аспектов при вычисление теоретических основ и областей применения вычислительных, адаптивных методов и теорий алгоритмов</p>	<p>Владеть: применением вычислительных ,адаптивных методов и теорий алгоритмов ,особенностью их применения</p>
4	ПК-5 способность и готовность применять прикладные пакеты программ при обработке медицинских и биологических данных	<p>Знать: технологию работы на ПК в современных операционных средах, Уметь: использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач; - использовать методы анализа, синтеза и оптимизации при исследовании медицинских и биологических систем; Владеть: навыками построения и проведения оптимальных экспериментов медико-биологического характера.</p>	<p>Знать: основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых медицинских и биологических объектов Уметь: - использовать стандартные пакеты прикладных программ для обработки экспериментальных данных; Владеть: - навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования, моделирования биотехнических систем.</p>	<p>Знать: специальные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления медицинских и биологических объектов. Уметь: использовать авторские пакеты программ для обработки экспериментальных данных; Владеть: навыками работы со специальными аппаратными и программными средствами исследования, моделирования биотехнических систем.</p>

Таблица 6.3 - Паспорт комплекта оценочных средств

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Математические модели в биологии	ПК-1, ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	С (16)	1	<p>Оценивая знания, умения и навыки аспирантов учитывают следующие <i>основные критерии</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> – уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы. – умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций; – качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключающая сжатости); – способность устанавливать внутри- и межпредметные связи, оригинальность и красота мышления, знакомство с дополнительной литературой и множество других факторов. <p><i>Критерии оценок:</i> При проведении государственного экзамена по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре устанавливаются следующие критерии оценки знаний выпускников: Оценка «отлично»</p>
2	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка.	ПК-1, ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (16)	2	
3	Модели роста популяций.	ПК-1, ПК-2	ЛК,	С	-	
4	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	ПК-1, ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (16)	3	
5	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка.	ПК-1, ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (16)	4	
6	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы.	ПК-2, ПК-3	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (16)	5	
7	Мультистационарные системы.	ПК-2, ПК-3	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (17)	6	

8	Колебания в биологических системах.	ПК-1, ПК-2	ЛК,		-	– глубокие, исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений смежных дисциплин: логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета. Оценка «хорошо» – твердые и достаточно полные знания всего программного материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы; при ответах на вопросы могут быть допущены отдельные незначительные неточности, хотя в целом задача решена верно. Оценка «удовлетворительно» – твердое знание и непонимание основных вопросов
9	Модели взаимодействия двух видов.	ПК-3, ПК-5	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (17)	7	
10	Динамический хаос. Модели биологических сообществ.	ПК-3	ЛК,	С	-	
11	Моделирование микробных популяций.	ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (17)	7	
12	Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов.	ПК-2	ЛК	С	-	
13	Основные понятия биоинформатики	ПК-2, ПК-5	ЛК,	С	-	
14	Геномы и протеомы	ПК-1, ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (17)	8	
15	Методы биоинформационного анализа	ПК-1, ПК-2, ПК-5	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (17-18)	9, 10, 11	
16	Филогенетический анализ	ПК-1, ПК-2, ПК-3	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (18)	12	

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций:

- Список методических указаний, используемых в образовательном процессе, представлен в п. 8.2.

- Оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины (разделы форм оценочных средств).

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы собеседования к практической работе №1

1. Дифференциальные уравнения.
2. Производная функции одной переменной.
3. Неопределенный интеграл.
4. производную от функции, заданной неявно.
5. уравнения с разделяющимися переменными.
6. однородные уравнения.
7. уравнения в полных дифференциалах.

7. Рейтинговый контроль изучения дисциплины

Рейтинговый контроль не предусмотрен.

Описание оценочных средств и шкал оценивания ответов см. в Таблице 6.3.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Основная и дополнительная учебная литература

а) Основная литература

1. Мюррей, Д. Математическая биология [Текст] : в 2 т. / пер. с англ. А. Н. Дьяконовой, А. В. Дюба, П. В. Шелякина. - М. : Регулярная и хаотическая динамика, 2011. - (Биофизика. Математическая биология). - Т. 2.: Пространственные модели и их приложение в биомедицине. - 1104 с.
2. Козлов, Н. Н. Математический анализ генетического кода [Текст] : монография / Н. Н. Козлов. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2010. - 215 с.

б) Дополнительная литература

1. Мамонтов, С. Г. Биология [Текст]: учебник / под ред. акад. РАН, проф. С. Г. Мамонтова. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 576 с.
2. Золин, П.П. Математическое моделирование биохимических процессов с применением регрессионного анализа [Электронный ресурс]: монография / П.П. Золин, В.М. Лебедев, В.Д. Конвай. - Омск: Омский государственный университет, 2009. - 344 с. / Университетская библиотека ONLINE - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237561>

8.2 Перечень методических указаний

1. **Математическая биология, информатика:** методические указания для выполнения практических работ аспирантов/ Юго-Зап. Гос ун-т; сост: Н,М, Агарков. – Курск, 2018. -109с.
2. **Математическая биология, информатика:** методические указания для выполнения самостоятельной работы аспирантов/ Юго-Зап. Гос ун-т; сост: Н,М, Агарков. – Курск, 2018. -8с

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникативной системы интернет.

www.statsoft.ru

www.elibrary.ru

www.exponenta.ru/soft/Statist/Statist.asp

http://www.statsoft.ru/resources/statistica_text_book.php

<http://www.physionet.org/>

8.4 Перечень информационных технологий.

Libreoffice операционная система Windows

Антивирус Касперского (или ESETNOD)

8.5 Другие учебно-методические материалы.

Библиотечная подписка на журналы «Медицинская техника» и «Биомедицинская радиоэлектроника».

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартно оборудованные лекционные аудитории. Для проведения отдельных занятий (по заявке) - выделение компьютерного класса, а также аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, др. оборудование.

Рабочие места аспирантов должны быть оснащены оборудованием не ниже: Pentium III-800/ОЗУ-256 Мб / Video-32 Мб / Sound card – 16bit /Headphones / HDD 80 Гб / CD-ROM – 48x / Network adapter – 10/100/ Мбс / SVGA – 19”.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:



Директор по научной работе

О.Г. Добросердов

(имя, инициалы, фамилия)

14 сентября 20 15 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА»

(наименование дисциплины)

направление подготовки 06.06.01 Биологические науки


направленность «Математическая биология, биоинформатика»

форма обучения заочная

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 06.06.01 Биологические науки и на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 Биологические науки, одобренного Ученым советом университета «29» июня 2015г. протокол №10

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению 06.06.01 Биологические науки на заседании кафедры биомедицинской инженерии, протокол № 1 от 31 августа 2015 г.

Зав. кафедрой

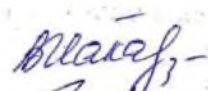
 д.т.н., профессор Кореневский Н.А.

Разработчик программы

д.м.н., профессор Агарков Н.М.

Согласовано

Директор научной библиотеки

 Макаровская В.Г.

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры  О.Ю. Прусова


Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 Биологические науки, одобренного Ученым советом университета протокол №10 «29» 06 2015г. на заседании кафедры БМЭИ от 31.08.2016

Зав. кафедрой

 Кореневский Н.А.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 Биологические науки, одобренного Ученым советом университета протокол №10 «29» 06 2015г. на заседании кафедры БМЭИ от 31.08.2017

Зав. кафедрой

 Кореневский Н.А.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 Биологические науки, одобренного Ученым советом университета протокол №10 «29» 06 2015г. на заседании кафедры БМЭИ от 30.08.2018

Зав. кафедрой

 Кореневский Н.А.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» направленность (профиль) «Математическая биология, биоинформатика», одобренного Ученым советом университета протокол № 11 «27» 06 2016 г. на заседании кафедры биомедицинской инженерии № 1 от 30.08.2019

Зав. кафедрой _____  Н.А. Корневский

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» направленность (профиль) «Математическая биология, биоинформатика», одобренного Ученым советом университета протокол № 10 «26» 06 2017 г. на заседании кафедры биомедицинской инженерии № 1 от 31.08.2020

Зав. кафедрой _____  Н.А. Корневский

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» направленность (профиль) «Математическая биология, биоинформатика», одобренного Ученым советом университета протокол № 12 «27» 06 2018 г. на заседании кафедры биомедицинской инженерии № 1 от 31.08.2021

Зав. кафедрой _____  Н.А. Корневский

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» направленность (профиль) «Математическая биология, биоинформатика», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «24» 06 2019 г. на заседании кафедры биомедицинской инженерии № 14 от 01.07.2022

Зав. кафедрой _____  Н.А. Корневский

1 Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Математическая биология, биоинформатика» является накопление биологических знаний и изучение современных направлений исследований в биологии, использующих методы математического моделирования и биоинформатики, а также с некоторыми классическими примерами математических моделей биологических процессов, использующих аппарат нелинейных динамических систем, отражающих характерные особенности биологических процессов и демонстрирующих эффективность использования математических моделей для понимания механизмов функционирования биологических систем.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- знакомство с основными методами моделирования сложных биологических систем
- выделение существенных переменных, анализ характерных пространственных и временных шкал процессов, выбор способов их математического описания (дискретное или непрерывное, точечное или распределенное, детерминированное или стохастическое и др.), методы редукции больших систем;
- приложение методов качественного и системного математического моделирования анализа систем на примерах рассматриваемых математических моделей (скалярных ОДУ или систем 2-х ОДУ) – анализ стационарных состояний, периодических решений;
- знакомство с вычислительными алгоритмами расчета моделей адаптивными методами, анализ эффективности различных вычислительных схем, иллюстрация использования различных вычислительных схем в классических моделях с разными типами поведения биологических систем;
- знакомство с типовыми биологическими процессами (транспорт веществ, химическая кинетика, типы взаимодействий в биологических системах и др.) и способами их математической формализации;
- знакомство с классическими моделями в биологии и демонстрация значения математического и компьютерного моделирования для понимания природы биологических процессов и функционирования биологических систем;
- знакомство с современным состоянием математической биологии, обсуждение новых направлений исследований в области математической биологии и биоинформатики, биоинженерии, интегративной биологии, системной биологии;
- изучение прикладных пакетов программ при обработке медико – биологических данных;
- способность использовать вычислительные алгоритмы и теорию алгоритмов для анализа и систематизации генетической информации с целью выяснения структуры и функции макромолекул, с последующим использованием этих знаний для создания новых лекарственных препаратов.

1.3 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

Основной задачей дисциплины является формирование у аспирантов компетенций, позволяющих реализовать научно-исследовательскую и преподавательскую деятельность:

ПК1 – способность и готовность использовать теоретические, методические знания и умения по фундаментальным естественнонаучным, медико-биологическим и клиническим дисциплинам при изучении информационных процессов в биологии и медицине;

ПК2 – способность и готовность использовать методы системного анализа, экспертные методы математического моделирования для информационного обеспечения и управления здравоохранением;

ПК-3 - способность и готовность применять вычислительные, адаптивные методы и теорию алгоритмов при изучении медико-биологических систем;

ПК 5 - способность и готовность применять прикладные пакеты программ при обработке медицинских и биологических данных.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.6 «Математическая биология, биоинформатика» относится к разделу 1 «Дисциплины (модули)» Б1.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

3 Содержание и объем дисциплины

3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 часа.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

Объем дисциплины		Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины		144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)		54
в том числе:		-
лекции		36
лабораторные занятия		0
практические занятия		18
экзамен		-
зачет		-
Аудиторная работа (всего):		54
в том числе:		-
лекции		36
лабораторные занятия		0
практические занятия		18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		54
Контроль/экс (подготовка к экзамену)		36

Таблица 3.2 - Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел, темы дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час.	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение. Математические модели в биологии.	2	-	1	У1	С (11)	ПК-1, ПК-2
2	Модели биологических систем, описываемые одним дифференци-	2	-	2	У1	ЗП (11)	ПК-1, ПК-2

	альвым уравнением первого порядка						
3	Модели роста популяций	2	-	-	У1		ПК-1, ПК-2
4	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений	2	-	3	У1	ЗП(12)	ПК-1, ПК-2
5	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	2	-	4	У1	ЗП(12)	ПК-1, ПК-2
6	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы	2	-	5	У1	ЗП(13)	ПК-2, ПК-3
7	Мультистационарные системы	2	-	6	У1	ЗП(13)	ПК-2, ПК-3
8	Колебания в биологических системах	2	-	-	У1		ПК-1, ПК-2
9	Модели взаимодействия двух видов, вычислительные, адаптивные методы	2	-	7	У1	ЗП(14)	ПК-3, ПК-5
10	Динамический хаос. Модели биологических сообществ, теория алгоритмов	2	-	-	У1		ПК-3
11	Моделирование микробных популяций	2	-	7	У1	ЗП(14)	ПК-2
12	Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов	2	-	-	У1		ПК-2
13	Основные понятия биоинформатики	2	-	-	У2		ПК-2, ПК-5
14	Геномы и протеомы	2	-	8	У2	ЗП(15)	ПК-1, ПК-2
15	Методы биоинформационного анализа	2	-	9, 10, 11	У2	ЗП(15-16)	ПК-1, ПК-2, ПК-5
16	Филогенетический анализ	2	-	12	У2	ЗП(17)	ПК-1, ПК-2, ПК-3
17	Информационные принципы в биотехнологии	2	-	13	У2	ЗП(17)	ПК-1, ПК-2, ПК-5
18	Биоинформатика в фармации	2	-	14	У2	ЗП(18) Э	ПК-1, ПК-2

Примечание ЗП – Защита практического занятия в виде собеседования; С – собеседование ; Э- экзам.

Таблица 3.3 - Краткое содержание лекционного курса

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
-------	--------------------------	------------

1	2	3
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.
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.
3	Модели роста популяций.	Непрерывные модели: 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: монотонные и затухающие решения, циклы, квазистохастическое поведение, вспышки численности. Матричные модели популяций. Влияние запаздывания.
4	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	Фазовая плоскость. Фазовый портрет. Метод изоклин. Главные изоклины. Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Типы особых точек: узел, седло, фокус, центр. Пример: химические реакции первого порядка.
5	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка.	Метод Ляпунова линеаризации систем в окрестности стационарного состояния. Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем. Уравнения Лотки. Уравнения Вольтерра. Метод функции Ляпунова.
6	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы.	Метод квазистационарных концентраций. Теорема Тихонова. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Бифуркации динамических систем. Типы бифуркаций. Бифуркационные диаграммы и фазопараметрические портреты. Катастрофы.
7	Мультистационарные системы.	Триггер. Примеры систем с двумя устойчивыми стационарными состояниями. Конкуренция. Силовое и параметрическое переключение триггера. Эволюция. Отбор одного из двух и нескольких равноправных видов. Генетический триггер Жакоба и Моно.
8	Колебания в биологических системах.	Понятие автоколебаний. Изображение автоколебательной системы на фазовой плоскости. Предельные циклы. Условия существования предельных циклов. Рождение предельного цикла. Бифуркация Андронова-Хопфа. Мягкое и жесткое возбуждение колебаний. Модель брюсселятор. Примеры автоколебательных моделей процессов в живых системах. Колебания в темновых процессах фотосинтеза. Автоколебания в модели гликолиза. Внутриклеточные колебания концентрации кальция. Клеточные циклы
9	Модели взаимодействия двух видов.	Гипотезы Вольтерра. Аналогии с химической кинетикой. Вольтерровские модели взаимодействий. Классификация типов взаимодействий конкуренция. Хищник-жертва. Обобщенные модели взаимодействия видов. Модель Колмогорова. Модель взаимодействия двух видов насекомых Макаргура. Параметрический и фазовые портреты системы Базыкина.
10	Динамический хаос. Модели биологических сообществ.	Основные понятия теории динамических систем. Предельные множества. Аттракторы. Странные аттракторы. Динамический хаос. Линейный анализ устойчивости траекторий. Диссипативные системы. Устойчивость хаотических решений. Размерность странных аттракторов. Стационарные состояния и динамические режимы в сообществе из трех видов. Трофические системы с фиксированным количеством вещества. Модель четырехвидовой системы.

11	Моделирование микробных популяций.	Микробные популяции как объект моделирования и управления. Непрерывная культура микроорганизмов. Модель Моно. Микроэволюционные процессы в микробных популяциях. Возрастные распределения. Двухвозрастная модель. Непрерывные возрастные распределения.
12	Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов.	Влияние слабых электромагнитных полей на биологические системы. Понятие резонанса. Нелинейная модель антипорта ионов с участием переносчика. Периодическое воздействие на систему со стационарным состоянием типа устойчивый фокус. Мультистационарная модель. Автоколебательная модель. Динамический хаос. Частота воздействия как управляющий параметр. Стохастический резонанс.
13	Основные понятия биоинформатики	Предмет биоинформатики. Инфраструктура биоинформатики. Биологические последовательности. Примеры сравнения данных. Понятие «информация»
14	Геномы и протеомы	Геномика. Картографирование бинома. Методы секвенирования ДНК. Протеомика. Структура белков и информация. Биоинформатика в медицине.
15	Методы биоинформационного анализа	Матрицы замен. Алгоритмы выравнивания последовательностей. Множественное выравнивание последовательностей.
16	Филогенетический анализ	Гомология. Филогения и фенетика. Кладистические методы. Инструменты филогенетического анализа.
17	Информационные принципы в биотехнологии	Секвенирование биологических последовательностей и экспрессия генов. Функционирование и организация геномов. Эволюция геномов. Анализ и предсказание белков.
18	Биоинформатика в фармации	Медицинская геномика и фармакогеномика. Фармацевтическая промышленность и открытие и разработка лекарств. Фармакоинформатика. Компьютерная токсикология и иммуноинформатика.

3.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 3.4 - Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	Решение дифференциального уравнения	1
2	Логистический рост (уравнение Ферхюльста)	1
3	Дискретные модели популяций с неперекрывающимися поколениями	1
4	Решение системы линейных дифференциальных уравнений	1
5	Фазовый и кинетический портреты системы	1
6	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	1
7	Триггерные и колебательные системы	1
8	Знакомство с базами данных генов, геномов и структур биологических макромолекул	1
9	Декодирование и сравнение последовательностей ДНК	1
10	Парное и множественное выравнивание последовательностей ДНК	1
11	Изучение паттернов последовательностей ДНК	2
12	Построение филогенетических деревьев	2
13	Распознавание с помощью текстовых методов в системной биологии и биоинформатике	2
14	Изучение возможностей горизонтального переноса генов у бактерий	2
Итого		18

3.3 Самостоятельная работа аспирантов (СРС).

Таблица 3.6 - Самостоятельная работа аспирантов (СРА)

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
1.	Виды математических моделей в биологии	11	4
2.	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	11	4
3.	Матричные модели популяций	12	4
4.	Дифференциальное исчисление функции многих переменных	12	8
5.	Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем.	13	6
6.	Бифуркации динамических систем	13	4
7.	Триггерные системы в биологии	14	4
8.	Автоколебательные процессы в биологических системах	15	4
9.	Обобщенные модели взаимодействия видов	16	4
10.	Динамические модели в биологии	17	4
11.	Возрастные распределения	18	4
12.	Стохастический резонанс	18	4
Итого			54

4 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
 - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
 - заданий для самостоятельной работы;
 - тем курсовых проектов и методические рекомендации по их выполнению;
 - вопросов к экзамену;
 - методических указаний к выполнению практических работ.

типографией университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

5 Образовательные технологии

Для эффективности процесса формирования компетенций обучающегося по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (Математическая биология, биоинформатика), предусмотренных ФГОС, технологическая стратегия подготовки аспирантов в ходе образовательного процесса должна учитывать их установки на профессионально-личностную и научно-исследовательскую самоактуализацию и самореализацию, предоставляя аспирантам широкие возможности для самостоятельной углубленной профессиональной специализации на основе личных индивидуальных планов и образовательных программ.

Таблица 5.1 – Образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1.	Введение. Математические модели в биологии	Лекция – визуализация	2
2.	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка.	Лекция – визуализация	2
3.	Модели роста популяций.	Лекция – визуализация	2
4.	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	Лекция – визуализация	2
5.	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка.	Диалог с аудиторией	2
6.	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы.	Диалог с аудиторией	2
7.	Мультистационарные системы.	Диалог с аудиторией	2
8.	Колебания в биологических системах.	Диалог с аудиторией	2
9.	Модели взаимодействия двух видов.	Диалог с аудиторией	2
10.	Динамический хаос. Модели биологических сообществ.	Диалог с аудиторией	2
11.	Моделирование микробных популяций.	Диалог с аудиторией	2
12.	Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов.	Диалог с аудиторией	2
13.	Основные понятия биоинформатики	Диалог с аудиторией	2
14.	Геномы и протеомы	Диалог с аудиторией	2
15.	Методы биоинформационного анализа	Диалог с аудиторией	2
16.	Филогенетический анализ	Диалог с аудиторией	2
17.	Информационные принципы в биотехнологии	Диалог с аудиторией	2
18.	Биоинформатика в фармации	Диалог с аудиторией	2
Итого:			36

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 6.1 - Этапы формирования компетенции

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК1 – способность и готовность использовать теоретические, методические знания и умения по фундаментальным естественнонаучным, медико-биологическим и клиническим дисциплинам при изучении информационных процессов в биологии и медицине	Б1.В.ОД.5 Биологическая и медицинская информатика	Б2.1 Педагогическая практика	Б1.В.ОД.6 Математическая биология, биоинформатика
			Б1.В.ДВ.2.2 Теоретическая и физиологическая кибернетика Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Б2.2 Научно-исследовательская практика Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук		
ПК2 – способность и готовность использовать методы системного анализа, экспертные методы математического моделирования для информационного обеспечения и управления здравоохранением	Б1.В.ОД.5 Биологическая и медицинская информатика		Б1.В.ОД.6 Математическая биология, биоинформатика Б2.2 Научно-исследовательская практика Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах

			подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук		
ПК-3 - способность и готовность применять вычислительные, адаптивные методы и теорию алгоритмов при изучении медико-биологических систем;	Б1.В.ОД.5 Биологическая и медицинская информатика	Б1.В.ДВ.1.2 Математические методы обработки результатов биологических и медицинских исследований	Б1.В.ОД.6 Математическая биология, биоинформатика Б2.2 Научно-исследовательская практика Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук		
ПК 5 - способность и готовность применять прикладные пакеты программ при обработке медицинских и биологических данных.	Б1.В.ОД.5 Биологическая и медицинская информатика Б2.2 Научно-исследовательская практика	Б1.В.ДВ.1.1 Автоматизация обработки медико-биологических данных Б1.В.ДВ.1.2 Математические методы обработки результатов биологических и медицинских исследований	Б1.В.ОД.6 Математическая биология, биоинформатика Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук		

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 6.2 - Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (частей компетенций)

№	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции
---	-----------------	-------------------------------------

п/п	(или её части)	Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
1	2	3	4	5
1.	ПК1 – способность и готовность использовать теоретические, методические знания и умения по фундаментальным естественнонаучным, медико-биологическим и клиническим дисциплинам при изучении информационных процессов в биологии и медицине	<p>Знать: основные понятия из рассматриваемых разделов математической биологии (таких, как нейронные сети, автоматные модели возбудимых сред, графовые модели эволюции, и др.)</p> <p>Уметь: применять теоретические основы математической биологии в профессиональной сфере</p> <p>Владеть: основными понятиями природных явлений и процессов при исследованиях в профессиональной сфере</p>	<p>Знать: определения и свойства математических объектов, используемых в биологических моделях</p> <p>Уметь: применять математические методы для решения типовых профессиональных задач</p> <p>Владеть: современными подходами и методами математики к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию, моделированию природных явлений и процессов</p>	<p>Знать: формулировки утверждений математической биологии, методы их доказательства, возможные сферы их приложений</p> <p>Уметь: обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные медико-биологических процессов</p> <p>Владеть: математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов математики к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию, моделированию природных явлений и процессов</p>
2.	ПК2 – способность и готовность использовать методы системного анализа, экспертные методы математического моделирования для информационного обеспечения и управления здравоохранением	<p>Знать: новые области исследования и проблемы в сфере разработки информационных технологий в биологии и медицине</p> <p>Уметь: профессионально ориентироваться в современном состоянии математической биологии</p> <p>Владеть: навыками работы с информацией в глобальных компьютерных сетях</p>	<p>Знать: основные математические методы статистического оценивания и проверки гипотез, обработки экспериментальных данных и математические модели, применяемые в биологии</p> <p>Уметь: выбирать возможные направления индивидуальных исследований математической биологии.</p> <p>Владеть: методами математического моделирования и математической обработки информации</p>	<p>Знать: математические методы обработки экспериментальных данных в биологии.</p> <p>Уметь: работать с программными средствами специального назначения, соответствующими современным требованиям мирового рынка</p> <p>Владеть: технологиями моделирования от разработки модели, ее качественного анализа, до компьютерной реализации и обработки результатов</p>

3.	ПК-3	<p>Знать: теоретические основы и области применения вычислительных ,адаптивных методов и теории алгоритмов .</p>	<p>Знать: прикладные аспекты при вычисление теоретических основ и областей применения вычислительных, адаптивных методов и теорий алгоритмов .</p>	<p>Знать: вычислительные, адаптивные методы и теорию алгоритмов, особенности их применения</p>
		<p>Уметь: определять области применения теоретические основы и области применения вычислительных ,адаптивных методов и теории алгоритмов .</p>	<p>Уметь : применять вычисление ,адаптивных методов и теорий алгоритмов при решении общих задач .</p>	<p>Уметь : применять вычисление ,адаптивных методов и теорий алгоритмов при решении общих и частных задач математической биологии ,биоинформатики .</p>
		<p>Владеть : навыками определения области применения теоретических основ и областей применения вычислительных, адаптивных методов и теорий алгоритмов .</p>	<p>Владеть: применением прикладных аспектов при вычисление теоретических основ и областей применения вычислительных, адаптивных методов и теорий алгоритмов</p>	<p>Владеть: применением вычислительных ,адаптивных методов и теорий алгоритмов ,особенностью их применения</p>
4	ПК-5 способность и готовность применять прикладные пакеты программ при обработке медицинских и биологических данных	<p>Знать: технологию работы на ПК в современных операционных средах, Уметь: использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач; - использовать методы анализа, синтеза и оптимизации при исследовании медицинских и биологических систем; Владеть: навыками построения и проведения оптимальных экспериментов медико-биологического характера.</p>	<p>Знать: основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых медицинских и биологических объектов Уметь: - использовать стандартные пакеты прикладных программ для обработки экспериментальных данных; Владеть: - навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования, моделирования биотехнических систем.</p>	<p>Знать: специальные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления медицинских и биологических объектов. Уметь: использовать авторские пакеты программ для обработки экспериментальных данных; Владеть: навыками работы со специальными аппаратными и программными средствами исследования, моделирования биотехнических систем.</p>

Таблица 6.3 - Паспорт комплекта оценочных средств

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Математические модели в биологии	ПК-1, ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	С (11)	1	<p>Оценивая знания, умения и навыки аспирантов учитывают следующие <i>основные критерии</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> – уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы. – умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций; – качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключающая сжатости); – способность устанавливать внутри- и межпредметные связи, оригинальность и красота мышления, знакомство с дополнительной литературой и множество других факторов. <p><i>Критерии оценок:</i> При проведении государственного экзамена по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре устанавливаются следующие критерии оценки знаний выпускников: Оценка «отлично»</p>
2	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка.	ПК-1, ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (11)	2	
3	Модели роста популяций.	ПК-1, ПК-2	ЛК,	С	-	
4	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	ПК-1, ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (12)	3	
5	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка.	ПК-1, ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (12)	4	
6	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы.	ПК-2, ПК-3	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (13)	5	
7	Мультистационарные системы.	ПК-2, ПК-3	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (13)	6	

8	Колебания в биологических системах.	ПК-1, ПК-2	ЛК,		-	– глубокие, исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений смежных дисциплин: логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета. Оценка «хорошо» – твердые и достаточно полные знания всего программного материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы; при ответах на вопросы могут быть допущены отдельные незначительные неточности, хотя в целом задача решена верно. Оценка «удовлетворительно» – твердое знание и непонимание основных вопросов
9	Модели взаимодействия двух видов.	ПК-3, ПК-5	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (14)	7	
10	Динамический хаос. Модели биологических сообществ.	ПК-3	ЛК,	С	-	
11	Моделирование микробных популяций.	ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (14)	7	
12	Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов.	ПК-2	ЛК	С	-	
13	Основные понятия биоинформатики	ПК-2, ПК-5	ЛК,	С	-	
14	Геномы и протеомы	ПК-1, ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (15)	8	
15	Методы биоинформационного анализа	ПК-1, ПК-2, ПК-5	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (15-16)	9, 10, 11	
16	Филогенетический анализ	ПК-1, ПК-2, ПК-3	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (17)	12	

17	Информационные принципы в биотехнологии	ПК-1, ПК-2, ПК-5	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (17)	13	программы; правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы, при ответах на отдельные вопросы допущены серьезные неточности.
18	Биоинформатика в фармации	ПК-1, ПК-2	ЛК, СРА, ПЗ	ВСПЗ (18) Э	14	Оценка «неудовлетворительно» – неправильный ответ хотя бы на один из основных вопросов, грубые ошибки в ответе, непонимание сущности излагаемых вопросов. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания. Аспирант, получивший по результатам государственного экзамена оценку «неудовлетворительно», не допускается к государственному аттестационному испытанию – представлению научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

Л – лекция; СРА – самостоятельная работа, С – собеседование, ПЗ – практические занятия; ВСПЗ – вопросы собеседования к практическому занятию; Э – экзамен

К государственному экзамену по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (Математическая биология, биоинформатика) допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший индивидуальный учебный план по соответствующей образовательной программе высшего образования.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций:

- Список методических указаний, используемых в образовательном процессе, представлен в п. 8.2.

- Оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины (разделы форм оценочных средств).

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы собеседования к практической работе №1

1. Дифференциальные уравнения.
2. Производная функции одной переменной.
3. Неопределенный интеграл.
4. производную от функции, заданной неявно.
5. уравнения с разделяющимися переменными.
6. однородные уравнения.
7. уравнения в полных дифференциалах.

7. Рейтинговый контроль изучения дисциплины

Рейтинговый контроль не предусмотрен.

Описание оценочных средств и шкал оценивания ответов см. в Таблице 6.3.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Основная и дополнительная учебная литература

а) Основная литература

1. Мюррей, Д. Математическая биология [Текст] : в 2 т. / пер. с англ. А. Н. Дьяконовой, А. В. Дюба, П. В. Шелякина. - М. : Регулярная и хаотическая динамика, 2011. - (Биофизика. Математическая биология). - Т. 2.: Пространственные модели и их приложение в биомедицине. - 1104 с.

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

б) Дополнительная литература

1. Мамонтов, С. Г. Биология [Текст]: учебник / под ред. акад. РАН, проф. С. Г. Мамонтова. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 576 с.

2. Золин, П.П. Математическое моделирование биохимических процессов с применением регрессионного анализа [Электронный ресурс]: монография / П.П. Золин, В.М. Лебедев, В.Д. Конвай. - Омск: Омский государственный университет, 2009. - 344 с. / Университетская библиотека ONLINE - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237561>

8.2 Перечень методических указаний

1. Методические указания для выполнения практических работ аспирантов/ Юго-Зап. Гос ун-т; сост: Н,М, Агарков. – Курск, 2018. -109с.
2. Методические указания для выполнения самостоятельной работы аспирантов/ Юго-Зап. Гос ун-т; сост: Н,М, Агарков. – Курск, 2018. -8с

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникативной системы интернет.

www.statsoft.ru

www.elibrary.ru

www.exponenta.ru/soft/Statist/Statist.asp

http://www.statsoft.ru/resources/statistica_text_book.php

<http://www.physionet.org/>

8.4 Перечень информационных технологий.

Libreoffice операционная система Windows

Антивирус Касперского (или ESETNOD)

8.5 Другие учебно-методические материалы.

Библиотечная подписка на журналы «Медицинская техника» и «Биомедицинская радиоэлектроника».

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартно оборудованные лекционные аудитории. Для проведения отдельных занятий (по заявке) - выделение компьютерного класса, а также аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, др. оборудование.

Рабочие места аспирантов должны быть оснащены оборудованием не ниже: Pentium III-800/ОЗУ-256 Мб / Video-32 Мб / Sound card – 16bit /Headphones / HDD 80 Гб / CD-ROM – 48x / Network adapter – 10/100/ Мбс / SVGA – 19”.

