

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 10.04.2025 11:01:08 Уникальный программный ключ: 04c19ed8b09815b6c677a486b9a878808522523	МИНОВ НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Математическое моделирование биологических процессов" по направлению подготовки (специальности) 06.03.01 "Биология" направленности (профилю) Биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
---	---	---	--------

**Рабочая программа дисциплины (модуля)\***  
**Математическое моделирование биологических процессов**

Направление подготовки (специальность)

06.03.01 Биология

Направленность (профиль)

Биофизика

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2023

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2023 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: сформировать представления об основных принципах математического моделирования биологических процессов. Курс математическое моделирование биологических процессов имеет также общеобразовательное и прикладное значение: многие вопросы содержат материал, способствующий формированию правильного представления о современной естественно – научной картине мира.

Задачи:

- Изучение математических моделей в биологии
- Изучение принципов детерминированного и стохастического моделирования
- Оценка неопределенности модели

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач.

УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач.

ПК-1.3. Составляет научно-техническую документацию.

ПК-1.5. Использует методы работы с современной аппаратурой и вычислительными средствами; методы статистической обработки полученных экспериментальных данных.

ПК-2.2. Использует современные методы обработки данных.

ПК-2.3. Составляет биофизические модели.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.10.02

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Курс базируется на знаниях, полученных при изучении предшествующих курсов, таких как «Физика», «Математика и математические методы в биологии», «Информатика, современные информационные технологии», «Общая биология».

Общая биология

Информатика, современные информационные технологии

Физика

Математика и математические методы в биологии

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Курс «Математическое моделирование биологических процессов» является основой для изучения дисциплины «Биофизика сложных систем» у магистров профиля «Радиационная биология».

Курс изучается на курсе 4 в 7 семестре.

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

**Знать:**

Для достижения индикатора УК-1.1: существующие информационные ресурсы.

Для достижения индикатора УК-1.2: принципы метаанализа.

**Уметь:**

Для достижения индикатора УК-1.1: формулировать информационный запрос в поисковых базах данных, составлять библиографические запросы.

Для достижения индикатора УК-1.2: систематизировать и обобщать информацию; обрабатывать достаточные объемы информации, критично относиться к полученным источникам информации, анализировать и выделять наиболее значимые проблемы, аргументировать свои позиции, строить логически обоснованные выводы, вести диалог с оппонентами в рамках дебатов.



**Владеть:**

Для достижения индикатора УК-1.1: навыками работы в электронных базах данных.

Для достижения индикатора УК-1.2: навыками поиска и обработки специализированной литературы.

**ПК-1: способен применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов**

**Знать:**

Для достижение индикатора ПК-1.3: правила написания и оформления научно-технической документации.

Для достижение индикатора ПК-1.5: основы информатики и вычислительной техники, а также, математической статистики.

**Уметь:**

Для достижение индикатора ПК-1.3: качественно представлять результаты лабораторных, практических и реферативных работ в форме отчетов, справок, рецензий.

Для достижение индикатора ПК-1.5: применять современные методы математического моделирования и использовать инструменты, реализующие различные методы.

**Владеть:**

Для достижение индикатора ПК-1.3: навыками написания отчетов, рецензий, справок и обзоров.

Для достижение индикатора ПК-1.5: пакетом основных офисных программ и статистических программ; современными методами обработки данных, создания моделей.

**ПК-2: Способен применять знания по биофизике для решения задач медицинской, ветеринарной биофизики, радиобиологии и генетики**

**Знать:**

Для достижение индикатора ПК-2.2: математический аппарат детерминистического и стохастического моделирования; базовые принципы моделирования верификации и валидации, неопределенности и погрешности; принцип метода Монте-Карло и бутстрап-моделирования.

Для достижение индикатора ПК-2.3: основные проблемы и задачи решаемые в рамках математического моделирования.

**Уметь:**

Для достижение индикатора ПК-2.2: применять знания на практике.

Для достижение индикатора ПК-2.3: создавать подгоночные эмпирические и полуэмпирические модели, использовать стохастическое моделирование для оценок неопределенностей, создавать камерные модели.

**Владеть:**

Для достижение индикатора ПК-2.2: навыками компьютерного моделирования.

Для достижение индикатора ПК-2.3: современными методами создания биофизических моделей.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

3.1	Знать:
3.1.1	- основные проблемы и задачи решаемые в рамках математического моделирования;
3.1.2	- принципы работы в электронных базах данных;
3.1.3	- механизмы накопления концентраций $^{137}\text{Cs}$ в организме гидробионтов студенты;
3.1.4	- математический аппарат детерминистического и стохастического моделирования;
3.1.5	- базовые принципы моделирования верификации и валидации, неопределенности и погрешности принцип
3.1.6	метода Монте-Карло и бутстрап-моделирования.
3.2	Уметь:
3.2.1	- качественно выполнять контрольные задания, предусмотренные дисциплиной, представлять результаты собственной деятельности в различных формах;
3.2.2	- навыками поиска и обработки специализированной литературы;
3.2.3	- современными методами обработки данных, создания моделей;
3.2.4	- обрабатывать достаточные объемы информации, критично относиться к полученным источникам информации, анализировать и выделять наиболее значимые проблемы, аргументировать свои позиции, строить логически обоснованные выводы, вести диалог с оппонентами в рамках дебатов;



- 3.2.5 - определять специфику анализа экспериментальных данных;
- 3.2.6 - использовать аналитических и стохастических методы оценки неопределенности;
- 3.2.7 - использовать аналитические и стохастические методы оценки неопределенности модельных предсказаний;
- 3.2.8 - создавать подгоночные эмпирические и полуэмпирические модели.
- 3.3 Владеть:**
- 3.3.1 - навыками самообразования, работы с учебной и научной литературой;
- 3.3.2 - пакетом основных офисных программ и статистических программ.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	<b>2 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 34 самостоятельная работа : 34,5 : контактная работа: 37,5 ИКР: 3,5	Виды контроля в семестрах:  зачеты 7

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Введение. Математические модели в биологии</b>			
1.1	Введение. Математические модели в биологии. Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Базовые принципы моделирования, понятия переменных и параметров, верификации и валидации, неопределенности и погрешности. Классификация моделей. Детерминистические и стохастические модели. Специфика моделирования живых систем. /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
1.2	Математическое моделирование радиобиологических эффектов. /Ср/	7	9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3
	<b>Раздел 2. Детерминистическое моделирование</b>			
2.1	Детерминистическое моделирование. Теоретические, эмпирические и полуэмпирические модели. Создание подгоночных эмпирических моделей. Методы сглаживания первичных данных. Непрерывные и дискретные модели. Математический аппарат детерминистического моделирования. Модели, описываемые дифференциальными уравнениями. Стационарное состояние (состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. /Лек/	7	7	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.2	Детерминистическое моделирование. Создание подгоночных эмпирических и полуэмпирических моделей. На примере данных о концентрации $^{90}\text{Sr}$ в различных кальцифицированных тканях людей разных возрастов студенты должны изучить специфику анализа экспериментальных данных, обнаружения зависимостей и формализации этих зависимостей наилучшим образом ( в форме практической подготовки). /Лаб/	7	7	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.3	Снижение размерностей в многофакторных задачах генетики. /Ср/	7	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3
	<b>Раздел 3. Стохастическое моделирование</b>			



Рабочая программа дисциплины "Математическое моделирование биологических процессов" по направлению подготовки (специальности) 06.03.01 "Биология" направленности (профилю) Биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
3.1	Стохастическое моделирование. Математический аппарат для стохастического моделирования. Случайные величины. Метод Монте-Карло. Цепи Маркова. Методы самонастройки. Имитационное моделирование и численный эксперимент. Перестановочные методы как инструмент анализа достоверности модельных предсказаний. /Лек/	7	7	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3
3.2	Стохастическое моделирование. Нахождение математического ожидания для величин, измеренных ниже предела детектирования. На примере концентраций $^{137}\text{Cs}$ в организме гидробионтов студенты должны освоить техники Монте- Карло и бутстрап-моделирования ( в форме практической подготовки). /Лаб/	7	7	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3
3.3	Нейронные сети как метод моделирования. /Ср/	7	8,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 4. Оценка неопределенности модели</b>				
4.1	Оценка неопределенности модели. Источники неопределенности. Погрешность эмпирических данных и неопределенность подгоночной модели. Неопределенности параметров теоретической модели. Неисключенные систематические ошибки. Верификация как путь снижения неопределенности. Валидация как необходимый этап проверки предсказательных (описательных) возможностей модели. Различия между метрологической погрешностью и неопределенностью модели. Роль индивидуальной вариабельности при моделировании свойств биологических объектов и ее влияние на неопределенность. /Лек/	7	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3
4.2	Оценка неопределенности модели. Оценка неопределенности модельных предсказаний. Студенты должны освоить использование аналитических и стохастических методов оценки неопределенности модельных предсказаний ( в форме практической подготовки). /Лаб/	7	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3
4.3	Нерешенные проблемы моделирования в радиобиологии. /Ср/	7	9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 5. Иная контактная работа</b>				
5.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	7	3,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Контрольная работа, доклад с презентацией, отчет по лабораторной работе

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примеры задач контрольной работы

1. Уравнение представляет простейшую модель рыбной ловли. В отсутствие рыбаков популяция рыб растет предположительно согласно логистической кривой. Влияние рыбаков на скорость изменения численности популяции,  $\dot{N}$ , определяется объемом отлова,  $H > 0$ , не зависящем от исходного количества рыбы  $N$ . Это предполагает, что рыбаки не заботятся об оставшейся рыбе и каждый день ловят одно и то же ее количество,  $H$ . Параметры  $r$  и  $1/K$  отражают естественные процессы обновления популяции (рождаемость и смертность). Нарисовать фазовые портреты для различных величин  $H$ . Обсудить поведение популяции  $H < H_c$  и  $H > H_c$ . Дать биологическую интерпретацию в каждом случае.
2. Рассмотреть модель стимулирования светляков



где и периодически распространяется за пределы указанного промежутка.  
Нарисовать график . Найти интервал стимуляции. В предположении, что жук и стимулятор находятся в фазовом замке, найти формулу для фазовой разности  
3. Простейшая модель конкуренции имеет вид  
где .  
Нарисовать фазовый портрет и дать биологическую интерпретацию.

Примерные темы для докладов с презентацией

1. Фрактальная геометрия в моделировании
2. Нейронные сети
3. Моделирование в радиобиологии

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Структура отчета по лабораторной работе

Работа № 1-2 Название (построение эмпирической модели накопления  $^{90}\text{Sr}$  в эмали зубов у людей разного возраста на момент поступления радионуклида; построение полуэмпирической модели накопления  $^{90}\text{Sr}$  в дентине зубов у людей разного возраста на момент поступления радионуклида)

Цель: обоснование проведения работы, предмет исследования;

Материалы и методы:

объекты исследования, первичные данные, компьютерные программы

Ход работы:

описывается пошаговый алгоритм работы;

Результаты:

1. Описательная статистика;
2. Выбор способа сглаживания данных аналитическими функциями;
3. Выбор наилучшей сглаживающей функции;
4. Анализ чувствительности;
5. Оценка неопределенности модельных предсказаний

Выводы:

Формулировка модели, описание границ ее применимости и неопределенности предсказаний.

Ответы на дополнительные вопросы (из контрольных вопросов по разделам)

Контрольные вопросы по лабораторной работе

1. Что называется анализом чувствительности
2. В чем заключается метод наименьших квадратов
3. Какой критерий следует использовать для сравнения качества подгонки различных кривых к результатам эксперимента
4. Какие источники неопределенности у результатов моделирования
5. В чем смысл коэффициента детерминации

Работа № 3 Название (Анализ неопределенностей биокинетической модели накопления изотопов I в щитовидной железе крысы при однократном пероральном поступлении)

Цель:

обоснование проведения работы, предмет исследования;

Материалы и методы:

объекты исследования, первичные данные, компьютерные программы

Ход работы:

описывается пошаговый алгоритм работы;

Результаты:

1. Преобразование графов в дифференциальные уравнения;
2. Количественное описание параметров модели и определение связанных (зависимых) параметров;
3. Оценка неопределенностей параметров модели и предположение о характере распределений.
4. Решение дифференциальных уравнений со стохастически возмущаемыми методом Монте-Карло параметрами
5. Анализ результата множественной реализации решений и оценка среднего и неопределенности решения.

Выводы:

Формулировка модели, описание границ ее применимости и неопределенности предсказаний.

Ответы на дополнительные вопросы (из контрольных вопросов по разделам)

Контрольные вопросы по лабораторной работе



- a. Что называется графами?
- b. В чем заключается метод Монте Карло?
- c. Как влияют выбранные приближения на точность модельных предсказаний?
- d. Какие источники неопределенности у результатов моделирования?
- e. Какое количество реализаций требует метод Монте Карло, как узнать, достаточно ли испытаний?

#### 6.4. Критерии оценивания

Требования (критериальные показатели) к устному фронтальному поименному опросу

Неудовлетворительно:

Полнота ответа – Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствуют межпредметные связи.

Структурированность – Нет.

Логика изложения – Отсутствует логика в изложении материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Нет.

Удовлетворительно:

Полнота ответа – Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Структурированность – Не всегда прослеживается четкость и структурированность.

Логика изложения – Не всегда прослеживается логика изложения материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Затрудняется с ответами, ответ отличается низкой самостоятельностью.

Хорошо:

Полнота ответа – Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью.

Отлично:

Полнота ответа – Студент полно излагает учебный материал на основе лекций и дополнительной литературы, осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

Описание критериев оценивания компетенций для реферата и презентации

Неудовлетворительно:

Полнота ответа – Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствуют межпредметные связи.

Структурированность, логичность – Нет логичности, структурированности.

Наглядность – Нет.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал не содержит фактов, материалов, необходимых для формирования компетенций бакалавра- биолога или непонятен.

Ответы на дополнительные вопросы – Нет.

Удовлетворительно:

Полнота ответа – Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Структурированность, логичность – Не всегда прослеживается логичность.

Наглядность – Нет.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Доступен, не представлен в форме, затрудняющей восприятие, не все вопросы освещены.

Ответы на дополнительные вопросы – Затрудняется с ответами, ответ отличается низкой самостоятельностью.



**Хорошо:**

Полнота ответа – Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью.

Структурированность, логичность – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Наглядность – Да.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал доступен и полезен сокурсникам.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью.

**Отлично:**

Полнота ответа – Студент полно излагает учебный материал на основе лекций и дополнительной литературы, осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Структурированность, логичность – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Наглядность – Да.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал доступен и полезен сокурсникам.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

**Требования (критериальные показатели) к отчетам по лабораторным работам:**

**Ход работы:**

Неудовлетворительно - нарушение пошагового алгоритма работы

Удовлетворительно - Выполнение не всегда отличается аккуратностью, частично может нарушаться пошаговый алгоритм, не приведено убедительных обоснований тезисов

Хорошо - Выполнение отличается аккуратностью, точностью, самостоятельностью, критика хорошо обоснована, формулировки заключения и выводов не являются четкими

Отлично - Выполнение отличается аккуратностью, точностью, самостоятельностью, заключение и выводы обоснованы, формулировки четкие и корректные

**Результаты:**

Неудовлетворительно - 1. В ходе лабораторной работы не проанализированы важные аспекты работы. 2. Тезисы одних пунктов противоречат тезисам других пунктов

Удовлетворительно - Принципиальных ошибок нет, но выдвигаемая критика не обоснована и не подтверждается ссылками на литературные источники

Хорошо - Принципиальных ошибок нет, выдвигаемая критика обоснована

Отлично - Принципиальных ошибок нет, выдвигаемая критика обоснована и грамотно оформлена

**Теоретическое обоснование полученных результатов:**

Неудовлетворительно - 1. нет обоснования

2. неправильное обоснование

Удовлетворительно - 1. Неполное обоснование

2. Пропущены ошибки, имеющие принципиальную значимость

Хорошо - Правильное обоснование

Отлично - Правильное обоснование с использованием авторитетных литературных источников, практических примеров

**Ответы на дополнительные вопросы:**

Неудовлетворительно - нет

Удовлетворительно - Нет, или неполный ответ

Хорошо - не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью

Отлично - не затрудняется с ответом при видоизменении задания, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

**Требования (критериальные показатели) к уровню освоения дисциплины**

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными



возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

«1 уровень» - ознакомление (иметь общее представление, узнавать);  
«2 уровень» - понимание учебного материала, излагаемого в учебнике, методической разработке или преподавателем;  
«3 уровень» - умение логично, последовательно, достаточно полно и точно излагать изученный материал;  
«4 уровень» - творчески использовать полученные знания.

Для удовлетворительной (положительной) оценки знаний требуется минимум 3-й уровень усвоения учебного материала.

«Зачтено» - студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы; логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер. Допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы, написания тестовых заданий и защита докладов.

«Не зачтено» - студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения исследовательских, концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

Или, студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с педагогической практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы и написания тестовых заданий.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Самойлов В. О.	Медицинская биофизика: учебник для вузов	Санкт- Петербург: СпецЛит, 2013	
Л1.2	Нохрин Д. Ю.	Лабораторный практикум по биостатистике ( <a href="http://library.csu.ru/rbooks2/view2? code=local/007787/nohrindy">http://library.csu.ru/rbooks2/view2? code=local/007787/nohrindy</a> )	Челябинск : Издательство Челябинского государственног о университета, 2018	ЭБС
Л1.3	Ризниченко Г. Ю.	Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии: учебное пособие для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/512499">https://urait.ru/bcode/512499</a> )	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Мастецкий С. Э., Шитиков В. К.	Статистический анализ и визуализация данных с помощью R ( <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73072">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73072</a> )	Москва : ДМК Пресс, 2015	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Ресурс по биофизике: взгляд физиков на все живое <a href="http://www.biophys.ru/">http://www.biophys.ru/</a>
Э2	Лекции по биофизике <a href="http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=343">http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=343</a>
Э3	Общество биофизиков <a href="http://www.biophysics.org/">http://www.biophysics.org/</a>



Э4 Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии [https://vk.com/doc80102671\\_440500239?hash=wn0wTfNUocZ5TR7s6wgOnyWwAtJG5uwzSmRX0tILmP](https://vk.com/doc80102671_440500239?hash=wn0wTfNUocZ5TR7s6wgOnyWwAtJG5uwzSmRX0tILmP)

Э5 Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A32/Starb.pdf>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365

LMS Moodle

Adobe Reader

Python

R

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – СанктПетербург, 2009 – . – URL: <https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.

2. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Аудиторные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях следующих типов:

- Лекционные аудитории рассчитанные на не менее 15 мест с мультимедиа сопровождением: проектор, проекционный экран, компьютер, доска.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в виде слайд-презентации:

1 Введение

2 Математические модели в биологии

3 Детерминистическое моделирование

4 Стохастическое моделирование

5 Оценка неопределенности модели

6 Нерешенные проблемы моделирования в радиобиологии

- Учебные лаборатории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения: учебные столы со стульями рассчитанные на не менее 15 человек, проектор, проекционный экран и компьютер для демонстрации презентаций, микроскопы, лабораторный инвентарь, химические реактивы.

Для проведения занятий в форме практической подготовки используются учебные лаборатории ФГБОУ ВО «ЧелГУ», оснащенные специальным оборудованием, либо помещения и оборудование профильных организаций на основании заключенных долгосрочных договоров о практической подготовке обучающихся при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета»



## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для наиболее эффективного достижения результата изучения дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» студент должен не только исправно посещать лекции, но и усваивать лекционный материал, а также информацию, получаемую на лабораторных занятиях. Кроме того, студент должен принимать активное участие в обсуждении сообщений, выносимых на семинары.

При возникновении вопросов, возникающих в процессе освоения нового материала, студент обязательно должен обращаться за их разъяснением к преподавателю.

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление знаний, полученных на аудиторных занятиях, а также на изучение дополнительной литературы (пособий, журналов, публикаций и т.д.).

Самостоятельная работа студентов включает в себя самостоятельное изучение тем и вопросов, не вошедших в лекционный курс, но необходимых для усвоения дисциплины. Для успешной работы студент использует список литературы, рекомендуемый преподавателем, а также может самостоятельно получать дополнительную информацию, изучая журнальные статьи и пользуясь возможностями интернета.

Лабораторные занятия реализуются в форме практической подготовки.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды

ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебных аудиториях обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к



печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clever с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

