

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.09.2025 11:02:17  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322523



МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов» по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
---	--	--------

**Фонд оценочных средств  
для промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)**

**Математическое моделирование биологических процессов**

Направление подготовки (специальность)  
**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль)  
**Биофизика**

Присваиваемая квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Год (ы) набора: 2023

Челябинск, 2025 г.

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: **06.03.01 Биология**

Направленность (профили): Биофизика

Дисциплина: **Математическое моделирование биологических процессов**

Семестры изучения: 7

Форма промежуточной аттестации: зачет

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Коды и содержание индикаторов	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	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.	<b>Знать:</b> Для достижения УК-1.1. знать: существующие информационные ресурсы. Для достижения УК-1.2. знать: принципы метаанализа. <b>Уметь:</b> Для достижения УК-1.1. уметь: формулировать информационный запрос в поисковых базах данных, составлять библиографические запросы. Для достижения УК-1.2. уметь: 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. <b>Владеть:</b> Для достижения УК-1.1. владеть: навыками работы в электронных базах данных. Для достижения УК-1.2. владеть: 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	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.	<p><b>Знать:</b> Для достижения ПК-1.3. знать: правила написания и оформления научно-технической документации. Для достижения ПК-1.5. знать: основы информатики и вычислительной техники, а также, математической статистики.</p> <p><b>Уметь:</b> Для достижения ПК-1.3. уметь: качественно представлять результаты лабораторных, практических и реферативных работ в форме отчетов, справок, рецензий. Для достижения ПК-1.5. уметь: применять современные методы математического моделирования и использовать инструменты, реализующие различные методы.</p> <p><b>Владеть:</b> Для достижения ПК-1.3. владеть: навыками написания отчетов, рецензий, справок и обзоров. Для достижения ПК-1.5. владеть: пакетом основных офисных программ и статистических программ; современными методами обработки данных, создания моделей.</p>
ПК-2	Способен применять знания по биофизике для решения задач медицинской, ветеринарной биофизики, радиобиологии и генетики	ПК-2.2. Использует современные методы обработки данных. ПК-2.3. Составляет биофизические модели.	<p><b>Знать:</b> Для достижения ПК-2.2. знать: математический аппарат детерминистического и стохастического моделирования; базовые принципы моделирования верификации и валидации, неопределенности и погрешности; принцип метода Монте-Карло и бутстрап-моделирования. Для достижения ПК-2.3. знать: основные проблемы и задачи решаемые в рамках математического моделирования.</p> <p><b>Уметь:</b></p>

			<p>Для достижения ПК-2.2. уметь: применять знания на практике. Для достижения ПК-2.3. уметь: создавать подгоночные эмпирические и полуэмпирические модели, использовать стохастическое моделирование для оценок неопределенностей, создавать камерные модели.</p> <p><b>Владеть:</b> Для достижения ПК-2.2. владеть: навыками компьютерного моделирования. Для достижения ПК-2.3. владеть: современными методами создания биофизических моделей.</p>
--	--	--	--

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации № задания
1	<p>УК-1</p> <p><b>Знать:</b> Для достижения УК-1.1. знать: существующие информационные ресурсы. Для достижения УК-1.2. знать: принципы метаанализа.</p> <p><b>Уметь:</b> Для достижения УК-1.1. уметь: формулировать информационный запрос в поисковых базах данных, составлять библиографические запросы. Для достижения УК-1.2. уметь: систематизировать и обобщать информацию; обрабатывать достаточные объемы информации, критично относиться к</p>	<p>1. Введение. Математические модели в биологии. 2. Детерминистическое моделирование. 3. Стохастическое моделирование 4. Оценка неопределенности модели</p>	Доклад с презентацией	Отчет по лабораторным работам (1-3)

	<p>полученным источникам информации, анализировать и выделять наиболее значимые проблемы, аргументировать свои позиции, строить логически обоснованные выводы, вести диалог с оппонентами в рамках дебатов.</p> <p><b>Владеть:</b> Для достижения УК-1.1. владеть: навыками работы в электронных базах данных. Для достижения УК-1.2. владеть: навыками поиска и обработки специализированной литературы.</p>			
2	<p><b>ПК-1</b> <b>Знать:</b> Для достижения ПК-1.3. знать: правила написания и оформления научно-технической документации. Для достижения ПК-1.5. знать: основы информатики и вычислительной техники, а также, математической статистики.</p> <p><b>Уметь:</b> Для достижения ПК-1.3. уметь: качественно представлять результаты лабораторных, практических и реферативных работ в форме отчетов, справок, рецензий. Для достижения ПК-1.5. уметь: применять современные методы математического моделирования и использовать инструменты, реализующие различные методы.</p> <p><b>Владеть:</b> Для достижения ПК-1.3. владеть: навыками написания отчетов, рецензий, справок и</p>	<p>1. Введение. Математические модели в биологии. 2. Детерминистическое моделирование. 3. Стохастическое моделирование 4. Оценка неопределенности модели</p>	<p>Контрольная работа, доклад с презентацией</p>	<p>Отчет по лабораторным работам (1-3)</p>

	<p>обзоров. Для достижения ПК-1.5. владеть: пакетом основных офисных программ и статистических программ; современными методами обработки данных, создания моделей.</p>			
3	<p>ПК-2 <b>Знать:</b> Для достижения ПК-2.2. знать: математический аппарат детерминистического и стахостического моделиро- вания; базовые принципы моделирования верификации и валидации, неопределенности и погрешности; принцип метода Монте-Карло и бутстрап-моделирования. Для достижения ПК-2.3. знать: основные проблемы и задачи решаемые в рамках математи-ческого моделирования. <b>Уметь:</b> Для достижения ПК-2.2. уметь: применять знания на практике. Для достижения ПК-2.3. уметь: создавать подгоночные эмпирические и полуэмпирические модели, использовать стохастическое моделирование для оценок неопределенностей, создавать камерные модели. <b>Владеть:</b> Для достижения ПК-2.2. владеть: навыками компьютерного моделирования. Для достижения ПК-2.3. владеть: современными методами создания биофизических моделей.</p>	<p>1. Введение. Математические модели в биологии. 2. Детерминистиче- ское моделирование. 3. Стохастическое моделирование 4. Оценка неопределенности модели</p>	<p>Контрольная работа, доклад с презентацией</p>	<p>Отчет по лабораторны м работам (1-3)</p>

*Примечание: типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках*

*текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.*

### **3.2 Содержание оценочных средств**

Оценочные средства промежуточной аттестации по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов» представлены отчетами по лабораторным работам.

#### **3.2.1 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 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?

#### **4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

##### **4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**

В рамках **текущего контроля** в течение семестра для оценки знаний, умений, навыков, получаемых в ходе изучения дисциплины, учитывается выполнение лабораторных работ, формулировка выводов и ответы на контрольные вопросы, а так же подготовка докладов с презентацией.

Критерием успешности освоения учебного материала **по окончании учебного семестра** (промежуточная аттестация) является экспертная оценка преподавателя, учитывающая: текущую успеваемость в течение семестра (доклад с презентацией), своевременное выполнение и защита по контрольным вопросам лабораторных работ. Кроме того, экспертная оценка преподавателя может основываться на регулярности посещения обязательных учебных занятий, успешности выполнения установленных на данный семестр объемов рабочей программы.

Оценочные средства промежуточной аттестации по дисциплине представлены отчетами по лабораторным работам

##### **4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств**

Оценочные средства промежуточной аттестации» представлены в виде отчета по лабораторной работе.

##### **4.2.1. Требования (критериальные показатели) к отчетам по лабораторным работам**

Оценки	Неудовлетворитель но	Удовлетворитель но	Хорошо	Отлично
--------	-------------------------	-----------------------	--------	---------

Ход работы	Нарушение пошагового алгоритма работы, перепутаны исходные данные, слабое владение программными продуктами, принципиально неправильные расчеты	Выполнение не всегда отличается аккуратностью, частично может нарушаться пошаговый алгоритм, ошибки в расчетах	Выполнение отличается аккуратностью, точностью, самостоятельностью, нет ошибок в расчетах, плохие иллюстрации и формулировки заключения и выводов	Выполнение отличается аккуратностью, точностью, самостоятельностью, нет ошибок в расчетах, хорошие иллюстрации, заключение и выводы обоснованы, формулировки четкие и корректные
Результаты	Ошибки в расчетах, которые приводят к противоречиям с фундаментальными представлениями	Принципиальных ошибок нет, но имеются ошибки в арифметических действиях, приводящие к смещению окончательные результаты	Ошибок нет, однако описание результатов не совсем аккуратно	Ошибок нет, результаты корректны и грамотно оформлены
Теоретическое обоснование полученных результатов	1. Нет обоснования 2. Неправильное обоснование	1. Неполное обоснование 2. Пропущены ошибки, имеющие принципиальную значимость	Правильное обоснование	Правильное обоснование с использованием авторитетных литературных источников, практических примеров
Ответы на дополнительные вопросы	Нет	Нет, или неполный ответ	Не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью	Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью

#### 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

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.

Требования (критериальные показатели) к уровню освоения  
дисциплины

Результат зачета	Требования к знаниям
<b>Зачтено</b>	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.

**06.03.01 Биология, направленность (профиль) Биофизика, ФОС  
РПД Математическое моделирование биологических процессов,  
форма обучения очная**

Проректор по учебной работе      утверждено 24.02.2025      А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 6 от 21.02.2025

Председатель Ученого совета

биологического факультета      согласовано      Д.С. Сташкевич

**Заседанием кафедры радиационной биологии**

Протокол заседания № 7 от 21.02.2025

Заведующий кафедрой  
Автор (составитель)

согласовано      А.В. Аклеев

Е.А. Шишкина

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ  
ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**