

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Владимирович
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.09.2025 14:45:01
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322573



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет Фундаментальной медицины
Кафедра общей и клинической патологии

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование»
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03 Медицинская кибернетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1 из 14	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------------	------------------------	---------------

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

**Направление подготовки (специальность)
30.05.02 Медицинская биофизика
30.05.03 Медицинская кибернетика**

Присваиваемая квалификация
**Врач-биофизик
Врач-кибернетик**

Форма обучения
Очная

Челябинск, 2025г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет/ Фундаментальной медицины
Кафедра общей и клинической патологии

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование»
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03 Медицинская кибернетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1 из 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03
Медицинская кибернетика

Дисциплина: Математическое моделирование

Семестр (семестры) изучения: 4

Форма (формы) промежуточной аттестации: 4 семестр – экзамен.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

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

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Применяет системный подход для критического анализа проблемных ситуаций и выработки стратегии действий	Знать: Для освоения УК-1.1 знать: основы математического моделирования медико-биологических процессов на основе системного подхода. Уметь: Для освоения УК-1.1 уметь: применять математические модели для критического анализа проблемных ситуаций. Владеть: Для освоения УК-1.1 владеть: навыками применения



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет/ Фундаментальной медицины
Кафедра общей и клинической патологии

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование»
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03 Медицинская кибернетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1 из 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

			математических моделей для критического анализа проблемных ситуаций.
ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	Применяет фундаментальные и прикладные знания в области медицины и естественнонаучных дисциплин для постановки и решения задач профессиональной деятельности	Знать: Для освоения ОПК-1.1 знать: фундаментальные принципы математического моделирования. Уметь: Для освоения ОПК-1.1 уметь: строить математические модели конкретных медико-биологических процессов. Владеть: Для освоения ОПК-1.1 владеть: навыками построения математических моделей конкретных медико-биологических процессов. В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: Фундаментальные основы математического моделирования Уметь: строить математические модели медико-биологических процессов. Владеть: построения математических моделей медико-биологических процессов и их применения в профессиональной деятельности.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет/ Фундаментальной медицины
Кафедра общей и клинической патологии

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование»
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03 Медицинская кибернетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1 из 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

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 промежуточно й аттестации/№ задания
1	УК-1 Знать: Для освоения УК-1.1 знать: основы математического моделирования медико- биологических процессов на основе системного подхода. Уметь: Для освоения УК-1.1 уметь: применять математические модели для критического анализа проблемных ситуаций. Владеть: Для освоения УК-1.1 владеть: навыками применения математических моделей для критического анализа проблемных ситуаций.	1. Математические модели в биологии 2. Математические модели в медицине 3. Компьютерная реализация моделей биологии и медицины	Вопросы устного опроса	Вопросы по программе экзамена
2	ОПК-1 Знать: Для освоения ОПК-1.1 знать: фундаментальные принципы математического моделирования.	1. Математические модели в биологии 2. Математические модели в медицине 3. Компьютерная реализация моделей биологии и	Вопросы устного опроса	Вопросы по программе экзамена



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет/ Фундаментальной медицины
Кафедра общей и клинической патологии

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование»
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03 Медицинская кибернетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1 из 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	Уметь: Для освоения ОПК-1.1 уметь: строить математические модели конкретных медико- биологических процессов. Владеть: Для освоения ОПК-1.1 владеть: навыками построения математических моделей	медицины		
--	--	----------	--	--

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

3.2.1. База вопросов к устному опросу и экзамену.

(Вопросы на устном опросе и экзамене могут повторяться)

№ п/п	Формулировка вопроса	Контролируемые темы (разделы)
1.	Модели, описываемые одним дифференциальным уравнением. Понятие стационарного состояния. Устойчивость	1
2.	Модели роста популяций. Экспоненциальный рост. Логистический рост. Модель с наименьшей критической численностью	1
3.	Параметрическое исследование систем линейных дифференциальных уравнений. Понятие фазопараметрической диаграммы. Бифуркация. Точка бифуркации. Бифуркационное значение параметра. Понятие бифуркационной диаграммы.	1
4.	Понятие дискретной модели. Состояние равновесия. Исследование устойчивости состояния равновесия. Построение лестницы Ламерея.	1



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет/ Фундаментальной медицины
Кафедра общей и клинической патологии

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование»
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03 Медицинская кибернетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1 из 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

5.	Дискретная логистическая модель. Исследование дискретного логистического уравнения, возможные варианты поведения решения в зависимости от коэффициента прироста	1
6.	Модели, описываемые системами двух линейных автономных дифференциальных уравнений. Характеристическое уравнение. Собственные числа и собственные вектора. Типы особых точек и общий вид фазовых портретов. Бифуркационная диаграмма для системы двух линейных автономных дифференциальных уравнений	1
7.	Модели, описываемые системами двух линейных автономных дифференциальных уравнений. Стационарное состояние. Решение системы. Характеристические числа. Кинетический портрет решения системы	1
8.	Построение фазовых портретов. Метод изоклин. Построение сепаратрис седла (нахождение собственных векторов). Определение направления движения изображающей точки по фазовой траектории. Построение кинетических кривых по фазовому портрету и наоборот. Пример: система линейных уравнений для химических реакций.	1
9.	Исследование устойчивости стационарных состояний системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Линеаризация системы ОДУ в окрестности стационарного состояния. Пример: классическая модель «хищник - жертва» Вольтерры	1
10.	Исследование поведения нелинейных систем второго порядка вблизи стационарных состояний. Линеаризация в окрестности стационарного состояния. Примеры: система уравнений Лотки (химическая реакция).	1
11.	Мультистационарные системы. Триггер. Силовое и параметрическое переключение триггера. Пример: модель конкуренции двух видов (с учетом внутривидовой конкуренции).	1



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет/ Фундаментальной медицины
Кафедра общей и клинической патологии

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование»
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03 Медицинская кибернетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1 из 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

12.	Типы пространственного поведения распределенных систем. Закон Фика. Уравнение диффузии. Система «реакция-диффузия».	1
13.	Колебания в биологических системах. Понятие предельного цикла. Бифуркация Андронова-Хопфа. Условия существования предельного цикла в нелинейных системах. «Мягкое» и «жесткое» рождение предельного цикла на примере модельных систем.	1
14.	Модели взаимодействия популяций. Основные принципы построения моделей. Модель отбора одного из равноправных видов. Параметрическое исследование моделей	1
15.	Модели системы кровообращения	2-3
16.	Модели системы дыхания	2-3
17.	Модели сердечного ритма	2-3
18.	Расчет артериального давления при гипертонии	2-3
19.	Моделирование инфекционного заболевания	2-3
20.	Моделирование распространения эпидемий (классические модели)	2-3
21.	Моделирование распространения COVID-19	2-3
22.	Компьютерное моделирование реакции инфицированного организма на прием медикаментов	2-3
23.	Компьютерное моделирование реакции инфицированного организман на биостимуляцию и внешние воздействия	2-3
24.	Компьютерное моделирование вязко- упругих свойств сердечной мышцы	2-3
25.	Компьютерное моделирование сердечного ритма	2-3
26.	Компьютерное моделирование кардиологических заболеваний	2-3
27.	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений	3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет/ Фундаментальной медицины
Кафедра общей и клинической патологии

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование»
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03 Медицинская кибернетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1 из 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	методом Эйлера	
28.	Решение дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты	3
29.	Пример анализа математической модели биологической системы с применением специализированного пакета программ	3
30.	Пример анализа математической модели медицинского содержания с применением специализированного пакета программ	3

При ответе на теоретические вопросы экзамена студент должен показать знания по соответствующей теме.

План ответа на вопросы:

1. Определение понятий, относимых к вопросу. 1-2 предложения.
2. Проблематика вопроса. 3-5 предложений.
3. Примеры построения и анализа математической модели по теме вопроса
4. Резюме. Одним предложением студент подводит итоги ответа на вопрос.

При этом преподаватель задаёт уточняющие вопросы для понимания глубины знаний студента, обращая внимание на то, знает ли студент:

- основные принципы математического моделирования;
- границы применимости модели;
- математический аппарат, адекватный модельной задаче
- методы компьютерной реализации модели;

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации устанавливается действующими нормативными документами ФГБОУ ВО «ЧелГУ» (Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет/ Фундаментальной медицины
Кафедра общей и клинической патологии

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование»
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03 Медицинская кибернетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1 из 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

обучающихся в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет» по программам высшего образования»).

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется при условии положительного результата по итогам контроля знаний. Формами контроля знаний является экзамен.

График учебного процесса по дисциплине «Математическое моделирование» предусматривает проведение экзамена в четвертом семестре.

Экзамен проводится в соответствии с графиком учебного процесса и расписанием сессии.

Успеваемость обучающихся на экзамене оценивается отметками «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»

Экзамен проводится в письменной форме. Каждый студент должен дать развернутый ответ на 3 вопроса по программе экзамена. Время на подготовку - 60 минут. Ответы на вопросы позволяют оценить уровень сформированности знаний, умений и навыков в структуре указанных выше компетенций.

После проверки письменной работы преподаватель имеет право задавать обучающемуся дополнительные вопросы по теоретической и практической части курса. По задаче проверяется дополнительно правильность рассуждений.

По результатам оценивания ответа студента на вопросы билета и дополнительные вопросы (если они были заданы), преподаватель определяет уровень сформированности соответствующих компетенций и выставляет итоговую оценку.

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.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации 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 на языке 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.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) 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 на языке 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 на языке Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) может проводиться в несколько этапов.

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

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам



оценочных средств

4.2.1. Критерии оценивания теоретического вопроса (общие для всех проверяемых компетенций, общие для экзамена и зачёта)

Критериями оценивания теоретического вопроса выступают следующие качества знаний:

полнота – количество знаний об изучаемом объекте, входящих в программу;

глубина – совокупность осознанных знаний об объекте;

конкретность – умение раскрыть конкретные проявления обобщённых знаний (доказать на примерах основные положения);

системность – представление знаний об объекте в системе, с выделением структурных её элементов, расположенных в логической последовательности;

развёрнутость – способность развернуть знания в ряд последовательных шагов;

осознанность – понимание связей между знаниями, умение выделить существенные и несущественные связи, познание способов и принципов получения знаний.

Успеваемость обучающихся на зачёте оценивается отметками «зачтено», «не зачтено». Оценки теста:

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если задания выполнено менее чем на 70% (низкий уровень).

- оценка «зачтено» » выставляется студенту, если задания выполнено на 70% или более (приемлемый уровень).

Оценка устного ответа студента на экзамене:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он владеет понятийным аппаратом, демонстрирует глубину и полное овладение содержанием учебного материала, в котором легко ориентируется; дал полный ответ и показал глубокие знания по каждому из вопросов;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, за умение грамотно излагать материал, но при этом содержание и форма ответа могут иметь отдельные неточности;

- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает знания и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновывать свои суждения;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет/ Фундаментальной медицины
Кафедра общей и клинической патологии

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование»
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03 Медицинская кибернетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1 из 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

СМЫСЛ.

4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Код компетенции по ФГОС	Уровни сформированности компетенций и соответствующие результаты промежуточной аттестации			
	Недостаточный (не зачтено, неудовлетворительно)	Базовый (зачтено, удовлетворительно)	Средний (зачтено, хорошо)	Высокий (зачтено, отлично)
УК-1	Фрагментарный характер знаний, вопросы не раскрыты	Знания носят дискретный характер, имеются множественные пробелы	Знает материал по предмету, но его изложение содержит отдельные пробелы	Знает фактический материал, представленный грамотно, логично и последовательно
	Материал по теме не раскрыт, фрагментарные представления по теме	Умеет успешно, но не систематично изложить вопросы темы, присутствуют ошибки	Умеет привести и успешно раскрыть отдельные понятия и определения по предмету	Умеет грамотно представить сформированные навыки владения основными понятиями и определениями
	Материал по теме не раскрыт, фрагментарное применение навыков	Владеет навыком изложения, однако имеются множественные ошибки в выводах и оценках	Владеет навыком обоснования поставленных вопросов при наличии ошибок в	Владеет навыком представления материала с обоснованием оценок, наличием выводов и примеров



			выводах и оценках	
ОПК-1	Фрагментарный характер знаний, вопросы не раскрыты	Знания носят дискретный характер, имеются множественные пробелы	Знает материал по предмету, но его изложения содержит отдельные пробелы	Знает фактический материал, представленный грамотно, логично и последовательно
	Материал по теме не раскрыт, фрагментарные представления по теме	Умеет успешно, но не систематично изложить вопросы темы, присутствуют ошибки	Умеет привести и успешно раскрыть отдельные понятия и определения по предмету	Умеет грамотно представить сформированные навыки владения основными понятиями и определениями
	Материал по теме не раскрыт, фрагментарное применение навыков	Владеет навыком изложения, однако имеются множественные ошибки в выводах и оценках	Владеет навыком обоснования поставленных вопросов при наличии ошибок в выводах и оценках	Владеет навыком представления материала с обоснованием оценок, наличием выводов и примеров
	Фрагментарный характер знаний, вопросы не раскрыты	Знания носят дискретный характер, имеются множественные	Знает материал по предмету,	Знает фактический материал, представленный грамотно, логично



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет/ Фундаментальной медицины
Кафедра общей и клинической патологии

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование»
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 30.05.03 Медицинская кибернетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1 из 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		пробелы	но его изложены е содержит отдельны е пробелы	и последовательно
	Материал по теме не раскрыт, фрагментарные представления по теме	Умеет успешно, но не систематично изложить вопросы темы, присутствуют ошибки	Умеет привести и успешно раскрыть отдельные понятия и определения по предмету	Умеет грамотно представить сформированные навыки владения основными понятиями и определениями
	Материал по теме не раскрыт, фрагментарное применение навыков	Владеет навыком изложения, однако имеются множественные ошибки в выводах и оценках	Владеет навыком обоснованию поставленных вопросов при наличии ошибок в выводах и оценках	Владеет навыком представления материала с обоснованием оценок, наличием выводов и примеров

