Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Математика и физика»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
_____/Кирсанкин А.А./
« ___ »_____20____г.

Рабочая программа учебной дисциплины

Математическое моделирование биологических процессов

образовательной программы высшего образования − программы магистратуры

06.04.01. БИОЛОГИЯ

Направленность: Микробиология

Формы обучения: очная, очно-заочная

Направленность: Физиология

Формы обучения: очная, очно-заочная

Курган 2026

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» составлена в соответствии с учебными планами по программе магистратуры – Биология (Микробиология, Физиология), утвержденными:

- для очной формы обучения (Микробиология, Физиология) 26. 06. 2026 г.;

- для очно-заочной формы обучения (Микробиология, Физиология) «26. 06. 2026 г.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Математика и физика»

«01» сентября 2026 года, протокол № 1

Рабочую программу составил
к.п.н, доцент _____ Т.Н. Михащенко

Согласовано:

Заведующий кафедрой «МиФ»
_____ М. В. Гаврильчик

Заведующий кафедрой
«Биология» _____ Л.В. Прояева

Специалист по учебно-методической
работе учебно-методического отдела
_____Г.В. Казанкова

Начальник управления
образовательной деятельности _____И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 2 зачетных единицы трудоемкости (72 академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		3
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	**10**	**10**
Лекции	4	4
Практические занятия	6	6
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	**62**	**62**
Подготовка к зачёту	18	18
Подготовка к контрольным работам		
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	44	44
Вид промежуточной аттестации	Зачёт	Зачёт
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	72	72

Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		3
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	**10**	**10**
Лекции	4	4
Практические занятия	6	6
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	**62**	**62**
Подготовка к зачёту	18	18
Подготовка к контрольным работам		
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	44	44
Вид промежуточной аттестации	Зачёт	Зачёт
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	72	72

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Математическое моделирование биологических процессов» относится к обязательной части Блока 1 (Б1.О.06) и является обязательной к изучению.

Краткое содержание дисциплины: понятие математического моделирования, основные этапы математического моделирования, классификация моделей; математические методы исследования биологических процессов; статистическое изучение биологических явлений, проверка статистических гипотез.

Дисциплина «Математическое моделирование биологических процессов» базируется на знаниях, умениях, навыках, приобретенных обучающимися в вузе.

Освоение магистрами дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» опирается также на знания, умения, навыки, приобретенные в результате освоения дисциплин - математика, математическая статистика и теория вероятностей и специальные дисциплины (методы исследования флоры, генетика и селекция, рост и развитие растений, общая биология и др.).

Требования к входным знаниям и компетенциям магистров: обучающийся должен знать основные определения, понятия курса математики университета. Владеть: навыками решения типовых задач школьного и вузовского курсов математики.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» является получение теоретических знаний в области математического моделирования, знакомство с методами решения задач относящихся к этой дисциплине; формирование математической культуры магистра.

Задачами освоения дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» является: изучение основ математического моделирования; овладение методами и приемами решения задач; овладение методами сбора, обработки и анализа статистических данных; формирование навыков проведения сплошного и выборочного наблюдения, умения выделять конкретное вероятностно-статистическое содержание в прикладных задачах учебной и профессиональной деятельности.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

− способность творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок (ОПК-6).

Индикаторы и дескрипторы части, соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов», индикаторы достижения компетенции ОПК-6, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1	ИД-1 ОПК-6	**Знать:** основные понятия теории матем. моделирования, основные сферы приложения изучаемого материала	**З** (ИД-1 ОПК-6)	**Знает:** основные понятия теории матем. моделирования	Задания для текущего контроля, вопросы к зачету
2	ИД-2 ОПК-6	**Уметь:** решать практические задачи на основе моделирования исследуемых процессов средствами математики	**У** (ИД-2 ОПК-6)	**Умеет** решать практические задачи на основе моделирования исследуемых процессов средствами математики	Задания для текущего контроля, вопросы к зачету
3	ИД-3 ОПК-6	**Владеть** навыками практического применения основных методов решения задач по исследованию экспериментальн	**В** (ИД-3 ОПК-6)	Владеет навыками практического применения основных методов решения задач по исследованию экспериментальн	Задания для текущего контроля, вопросы к зачету

		ых данных, этапами составления математических моделей		ых данных, этапами составления математических моделей	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения, очно-заочная форма обучения

Рубеж дисциплины	Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Количество часов по видам учебных занятий	
			Лекции	Практические занятия
	Р1	Математическое моделирование биологических процессов	***2***	***2***
	Р2	Изучение взаимосвязи биологических явлений методом наименьших квадратов	***1***	***1,5***
	Р3	Метод наименьших квадратов	***1***	***2,5***
		Итого:	***4***	***6***

4.2. Содержание лекционных и практических занятий

Раздел 1. Математическое моделирование

Математическая модель. Виды математических моделей. Основные этапы математического моделирования. Составление математических моделей, сводящихся к решению дифференциальных уравнений.

Раздел 2. Статистическое изучение взаимосвязи биологических явлений

Функциональная, статистическая и корреляционная зависимость. Основные задачи и предпосылки применения корреляционно-регрессионного анализа. Парная регрессия на основе метода наименьших квадратов. Принятие решений на основе уравнения регрессии.

Раздел 3. Метод наименьших квадратов.

Построение линейной, квадратичной и других видов уравнения регрессии для экспериментальных данных.

4.3 Содержание практических занятий

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание практических занятий	Трудоемкость, часы	
			Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
Р1	Математическое моделирование	Составление моделей, сводящихся к решению дифференциальных уравнений	1,5	1,5
		Рубеж 1 (самостоятельная работа 1)	0,5	0,5
Р2	Статистическое изучение взаимосвязи социальных явлений	Парная регрессия на основе метода наименьших квадратов, линейная корреляция, уравнения регрессии X|Y и Y|X.	0,5	0,5
		Множественная регрессия.	0,5	0,5
		Рубеж 2	0,5	0,5
Р3	Метод наименьших квадратов	Построение линейной, квадратичной и других видов уравнения регрессии для экспериментальных данных.	2	2
		Рубеж 3 (самостоятельная работа 3)	0,5	0,5
		Итого:	6	6

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, теоремы и формулы, свойства на которых заостряет внимание преподаватель. Перед лекцией необходимо повторить материал, выделить непонятные места в лекции, чтобы обсудить их на занятии.

Преподавателем запланировано применение на лекционных занятиях технологий коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций, групповая форма работы обучающихся на этапе повторения материала.

Практические занятия будут проводиться с использованием различных технологий (индивидуализированного обучения, групповой формы обучения)

Для текущего контроля успеваемости по очной и очно-заочной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям - самостоятельным работам, подготовку к зачёту.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	**Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.**	
	Очная форма обучения	**Очно-заочная форма обучения**
Углубленное изучение разделов, тем дисциплины лекционного курса: - принципы математического моделирования, классификация моделей - примеры математических моделей биологических процессов - методы проверки статистических гипотез	**10**	**10**
Подготовка к рубежному контролю 1	**9**	**9**
Подготовка к рубежному контролю 2	**9**	**9**
Подготовка к рубежному контролю 3	**10**	**10**
Подготовка к практическим занятиям (по 2 часа на занятие)	**6**	**6**
Подготовка к зачёту	**18**	**18**
Всего:	**62**	**62**

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ (для очной и очно-заочной форм обучения).

2. Перечень вопросов к зачёту.
3. Задания для рубежного контроля 1, 2, 3 (для очной и очно-заочной форм обучения).

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

<table>
<tr><td>№</td><td>Наименование</td><td colspan="5">Содержание</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="5">Распределение баллов за 3 семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии)</td><td colspan="5">очная и очно-заочная форма обучения</td></tr>
<tr><td>Вид УР:</td><td>Работа на лекции</td><td>Работа на практических занятиях</td><td>Выполнение проверочных самостоятельных работ (рубежный контроль 1, 2, 3)</td><td>Зачёт</td></tr>
<tr><td>Балльная оценка:</td><td>5 баллов</td><td>от 3 до 5 баллов</td><td>от 10 до 15 баллов</td><td>30</td></tr>
<tr><td>Примечания:</td><td>2 лекции, максимум 10 баллов</td><td>Очная форма обучения; очно-заочная форма обучения: 3 практических занятия (по 5б), максимум 15 баллов</td><td>3 самостоятельные работы, максимум 45 баллов</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачёта</td><td colspan="4">60 и менее – незачтено,
61 и более – зачтено</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов.</td><td colspan="4">Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.

Для получения зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.

Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов</td></tr>
</table>

		итог балльной оценки по дисциплине не снижается. За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30. Основанием для получения дополнительных баллов являются: - выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме самостоятельных работ. Первый рубежный контроль проводится на занятии, на его выполнение отводится 15-30 минут. Эта работа состоит в решении задачи по составлению модели некоторого простейшего биологического процесса и решении получившегося дифференциального уравнения. Второй рубеж предполагает выполнение домашней самостоятельной работы по написанию небольшого реферата по различным примерам математических моделей биологических процессов. Реферат сдаётся на зачёте. Третий рубежный контроль выполняется на последнем занятии и состоит из двух задач, относящихся к темам второго и третьего раздела.

Зачёт проводится в виде собеседования по изученным темам. Время, отводимое на подготовку к зачету 30 минут. Каждый вопрос оценивается по 10 баллов.

Результаты текущего контроля успеваемости, экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета (не позже последнего дня зачетной недели), а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачёта

Примерный вариант самостоятельной работы 1 (рубежный контроль 1).

1. Скорость распада некоторого лекарственного вещества пропорциональна наличному количеству лекарства. Известно, что по истечении 1 ч в организме осталось 31,4 г лекарственного вещества, а по истечении 3 ч – 9,7 г. Определить:
1) сколько лекарственного вещества было введено в организм;
2) через сколько времени после введения в организме останется 1% первоначального количества.

Примерные задания (темы рефератов) самостоятельной работы 2 (рубежный контроль 2).

1. Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Классификация моделей.
2. Компьютерные и математические модели. История первых моделей в биологии.
3. Компьютерные и математические модели. Современная классификация моделей биологических процессов.
4. Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Модели в разных науках.
5. Имитационные модели, примеры.
6. Регрессионные модели, примеры.
7. Качественные модели, примеры.
8. Специфика моделирования живых систем. Модель популяции с наименьшей критической численностью.
9. Специфика моделирования живых систем. Модели роста популяций. Уравнение экспоненциального роста.
10. Специфика моделирования живых систем. Модели роста популяций. Ограниченный рост.
11. Дискретные модели популяций. Дискретное логистическое уравнение.
12. Матричные модели популяций. Пример популяции из трёх возрастных групп.
13. Вероятностные модели популяций. Вероятностное описание процессов размножения и гибели.
14. Вероятностные модели популяций. Учет флуктуаций среды.
15. Элементы кластерного анализа, задачи, применения.

Примерный вариант самостоятельной работы 3 (Рубежный контроль 3).

1. При уровне значимости 0,05 проверить гипотезу о нормальном распределении величин массы и роста студентов 2 курса, используя критерий χ^2 Пирсона.

X, кг	52	55	72	57	65	67	64	74	67	60	82	76	53	59	59	60

У, см	156	168	171	167	169	166	170	186	178	170	185	177	172	166	170	170

Х, кг	60	45	53	64	50	52	71	68	67	65	60	71	47	56	54	49	75
У, см	173	162	162	158	158	167	186	168	180	165	175	181	158	158	169	175	175

2. По данным следующей таблицы определить вид корреляционной зависимости, вычислить коэффициент корреляции и составить уравнения прямых регрессии:

x_i \ y_i	1	2	3	4
1	2			
2	1	1	2	
3		2	2	1
4				2
5				2

Вопросы на зачёт

1. Статистическое распределение выборки.
2. Проверка гипотезы о нормальном распределении выборки.
3. Линейная корреляция.
4. Статистическая оценка параметров распределения. Оценка генеральной средней.
5. Статистическая оценка параметров распределения. Оценка генеральной дисперсии.
6. Интервальная оценка. Доверительный интервал для МО нормального распределения.
7. Понятие о статистической совокупности, выборке. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма.
8. Характеристики эмпирического распределения и их вычисление.
9. Оценки параметров генеральной совокупности по её выборке. Точность оценки параметров.
10. Проверка статистических гипотез. Сравнение эмпирических распределений с нормальным и другими теоретическими распределениями.
11. Понятие о корреляционной зависимости, о функции регрессии, о линиях регрессии.
12. Математические методы и моделирование в целенаправленной деятельности: типы математических моделей, значение математических моделей, области применения и многообразие математических методов, обработка данных.
13. Примеры математических моделей – модель системы хищник-жертва, детерминистская и стохастическая модели эпидемий, модель развития популяций (численность популяции), матричная теория популяций.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры [Электронный ресурс] / Самарский А.А., Михайлов А.П. - 2-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента»
2. Метрический анализ и обработка данных [Электронный ресурс] / Крянев А.В., Лукин Г.В., Удумян Д.К. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 308 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента»
3. Динамические системы и модели в биологии [Электронный ресурс] / Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 400 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента»

7.2. Дополнительная литература

1. Баврин И. И. Высшая математика. – М.: Издательский центр «Академия», 2002.
2. Рост леса: уровни описания и моделирования [Электронный ресурс] / Гавриков В.Л. - Красноярск : СФУ, 2013. - 176 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента»
3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – Москва: Высшее образование, 2006. – 479с.
4. Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. – 560с.
5. Губин В. И., Осташков В. Н. Статистические методы обработки экспериментальных данных: Учеб. пособие для студентов технических вузов. – Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2007. – 202 с.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические указания по курсу находятся в УМК по дисциплине.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
1	http://en.edu.ru/	Портал является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, математика, химия и биология).
2	http://www.edu.ru/	Федеральный портал «Российское образова/ние».
3	http://ru.wikipedia.org	Энциклопедия Википедия
4	http://www.msu.ru	Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

11. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры. В случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Аннотация к рабочей программе дисциплины

Математическое моделирование биологических процессов

образовательной программы высшего образования –

программы магистратуры

06.04.01. Биология

Направленности: **Микробиология, Физиология**

Формы обучения: очная (Микробиология; Физиология); очно-заочная (Микробиология; Физиология).

Трудоемкость дисциплины: 2 ЗЕ (72 академических часа)

Семестр: 3 (очная, очно-заочная формы обучения).

Форма промежуточной аттестации: Зачёт (3 семестр)

Содержание дисциплины

Математическое моделирование, основные этапы математического моделирования, классификация моделей; математические методы исследования биологических процессов; метод наименьших квадратов.