

ФГБОУ ВО Университет биотехнологий
Кафедра прикладной биоинформатики

УТВЕРЖДАЮ:

Рег. № МПЧ 26-10

И.о. директора Института
цифровых технологий
Агафонова О.В.

«20» января 2026 г.



ФГОС 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.10 Биометрическое моделирование в животноводстве

Шифр и наименование дисциплины

09.04.03 Прикладная информатика

Код и наименование направления подготовки

Прикладная биоинформатика

Направленность (профиль)

Курс: 2

Семестр: 3

Институт цифровых технологий

очная

очная, заочная, очно-заочная

Объем дисциплины (модуля)

Вид занятий	Объем занятий [зачетных ед./часов]			Семестр
	очная	заочная	Очно- заочная	
Общая трудоемкость по учебному плану	4/144	—	—	3
В том числе,		—	—	
Контактная работа	44	—	—	
Занятия лекционного типа	14	—	—	
Занятия семинарского типа	30	—	—	
Самостоятельная работа, всего	100	—	—	
В том числе:				
Курсовой проект (курсовая работа)	—	—	—	
Контрольная работа / реферат / РГР	КР	—	—	3
Форма контроля				
Форма контроля экзамен / зачет / зачет с оценкой	ЗО	—	—	3

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 № 916

Программу разработал:

Зав.кафедрой, д.б.н., доцент



Камалдинов Е.В.

Доцент, к.б.н.



Нарожных К.Н.

1 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соответствующие с результатами освоения образовательной программы

Дисциплина «Биометрическое моделирование в животноводстве» в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом ПООП (при наличии) направлена на формирование следующих компетенций (УК, ОПК, ПК):

Таблица 1. Связь результатов обучения с приобретаемыми компетенциями

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 - Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ИОПК-1.1 - Использует математические модели для анализа данных	знать: теоретические основы применяемых статистических методов и способы расчетов статистических показателей в языке R при больших массивах данных уметь: использовать готовые пакеты и писать собственный программный код в языке программирования R, применять параллельные вычисления для больших массивов данных, с целью обработки и анализа результатов исследований владеть: приёмами и методами обработки данных с использованием языка программирования R
	ИОПК-1.2 - Применяет методы статистического анализа и машинного обучения для решения задач в животноводстве и прикладной биоинформатике	знать: Основы и ключевые термины теории вероятностей и математической статистики уметь: Применять различные методы регрессионного анализа в зависимости от входных данных владеть: методами оценки входных данных на мультиколлинеарность
ОПК-7 - Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирова-	ИОПК-7.1 Применяет методы математического моделирования для анализа и прогнозирования характеристик оценки	знать: теоретические основы иерархического кластерного анализа уметь: строить дендрограммы и оценивать количество кластеров

ния и управления информационными системами	эффективности процессов и управления ими	владеть: библиотекой ggplot2 для визуализации кластерного анализа
	ИОПК-7.2 - Планирует и проводит научные исследования для изучения, сравнения или оценки эффективности различных подходов, технологий или методов в области проектирования или управления информационными системами	знать: теоретические основы регрессионного анализа уметь: использовать методы регрессионного анализа для оценки и прогнозирования племенной ценности животных владеть: специальными библиотеками языка программирования R для квалифицированного методического подхода к регрессионному анализу
	ИОПК-7.3 - Интегрирует результаты, полученные с помощью математического моделирования и научных исследований, для формирования обоснованных рекомендаций по совершенствованию процессов проектирования, разработки, внедрения или управления информационными системами	знать: распространенные подходы к решению нестандартных задач с использованием языков программирования высокого уровня; разновидности программного обеспечения, используемого в области биометрического анализа данных, и создания специализированных баз данных уметь: организовать анализ данных с помощью специализированного программного обеспечения и принимать решения владеть: навыками практического применения инструментария биоинформатики в решении профессиональных задач в животноводстве
ПК-1 Способен управлять работами по сопровождению и проектами создания (модификации) информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и производственных процессов в животноводстве	ИПК-1.3 Организует применение биоинформационных и статистических методов для анализа данных, и оптимизации производственных процессов в животноводстве	знать: основы производственных процессов в животноводстве уметь: применять различные методы регрессионного анализа в зависимости от входных данных владеть: методами оценки входных данных на мультиколлинеарность
	ИПК-1.4 Внедряет и контролирует соблюдение мето-	знать: основы производственных процессов в животноводстве

	дик верификации, валидации и документирования данных первичного зоотехнического учета, включая информационное сопровождение	уметь: планировать и организовывать процесс анализа и сбора данных владеть: Организовывать процесс апробации и внедрения разработанных рекомендаций и оптимизационных решений в реальные производственные условия, включая мониторинг их эффективности и корректировку при необходимости.
--	---	--

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.10 Биометрическое моделирование в животноводстве относится к части, формируемая участниками образовательных отношений.

Данная дисциплина опирается на базовые понятия информатики, математики и является основой для последующего прохождения преддипломной практики и научно-исследовательской работы.

3. Содержание дисциплины (модуля)

Распределение часов по темам и видам занятий представляется в таблице 2 по каждой форме обучения (очная):

Таблица 2. Очная форма

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов				Формируемые компетенции
		Лекции (Л)	Вид занятия (ЛР, ПЗ)	Самостоятельная работа (СР)	Всего по теме	
1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Регрессия</i>					
1.1	Линейная регрессия	4	5	14	17	ПК-1, ОПК-1, ОПК-7
1.2	Обобщенная регрессионная модель	3	6	14	16	
1.3	Логистическая регрессия	1	5	12	13	
1.4	Множественная регрессия	2	6	12	16	
1.5	Регрессия лассо	2	5	12	14	
1.6	Нелинейные преобразования	2	5	12	14	
	Контрольная работа			12	12	ПК-1, ОПК-1, ОПК-7
	Зачёт с оценкой			12	12	

	Итого	14	30	100	144	ПК-1, ОПК-1, ОПК-7
--	-------	----	----	-----	-----	-----------------------

Учебная деятельность состоит из лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы.

3.1. Содержание отдельных разделов и тем

Раздел 1.Регрессия

Тема 1.1. Линейная регрессия

Понятие простой линейной регрессии, структура модели с одним предиктором, построение модели в R, функция `lm()`. Метод наименьших квадратов (МНК). Анализ результатов, вывод сводки по модели, коэффициенты (Estimate, Std. Error, p-value), R^2 (коэффициент детерминации), F-статистика (общая значимость модели). Понятие остатков модели. Диагностика модели, проверка допущений: нормальность остатков: `plot()`(график QQ-plot, критерий Андерсона-Дарлинга), гомоскедастичность (в частности тест Бреуша-Пагана (`lmtest::bptest()`), тест на автокорреляцию остатков (в частности тест Дарбина-Уотсона (`lmtest::dwtest()`), оценка остатков модели на наличие выбросов, дистанции Кука, `plot(model, which = 4 # визуализация дистанций Кука)`, `qqnorm(residuals(model) # график квантиль кавантиль`, показывающий распределение остатков модели). Доверительный интервал для регрессионной модели. Использование регрессионной модели как инструмента предсказания, оценка качества предсказания. Оценка качества модели критериями Акаике и Шварца. Визуализация регрессии с использованием библиотеки `ggplot2`.

Тема 1.2. Обобщенная регрессионная модель

Введение в обобщённую регрессионную модель GLM. Ограничения линейной регрессии или когда нужно использовать GLM. Ключевые компоненты GLM: случайная составляющая, которая определяет распределение ошибок переменной отклика; систематическая составляющая, которая является линейным предиктором; функция связи, которая связывает линейный предиктор с ожидаемым значением переменной отклика. Семейства распределений и функции связи: экспоненциальное семейство распределений, гауссовское (нормальное) $\rightarrow$ identity; биномиальное $\rightarrow$ logit, probit, cloglog; пуассоновское $\rightarrow$ log; гамма $\rightarrow$ inverse, log; обратное гауссово $\rightarrow$ inverse-square. Функция `glm` в языке R и интерпритация результата её действия. Понятия нулевая девианса и девианса остатков. Способы вычисления коэффициента аппроксимации GLM в R. Примеры использования GLM в биологии и зоотехнии.

Тема 1.3. Логистическая регрессия

Логистическая регрессия как частный случай обобщённой модели. Что такое Сигмоидная функция (Логит-преобразование). Логистическая модель как инструмент классификации. Случайная и систематическая компоненты логистической регрессии. Мультиклассовая логистическая регрессия. Использование логистической регрессии в биологии и зоотехнии.

Тема 1.4. Множественная регрессия

Понятие "множественной" (несколько предикторов). Оценка параметров и интерпретация. Метод наименьших квадратов (МНК) для множественной регрессии. Минимизация суммы квадратов остатков. Матричная форма (без глубокого погружения, только упоминание). Интерпретация коэффициентов. R-квадрат (коэффициент детерминации) и скорректированный R-квадрат в контексте множественной регрессии. Штраф за добавление не информативных предикторов. Мультиколлинеарность или проблема скоррелированности предикторов. Статистические тесты на мультиколлинеарность модели. Корреляционные матрицы как метод проверки мультиколлинеарности предикторов. Определитель корреляционной матрицы. Коэффициент увеличения дисперсии (VIF), функция `car::vif`, её использование и интерпретация.

Тема 1.5. Регрессия Лассо

Теория регрессии Лассо / Переобучение в множественной регрессии. Мультиколлинеарность и её последствия. Концепция регуляризации. L1 vs L2 регуляризация (геометрическая интерпретация). Уникальное свойство Лассо: *отбор признаков* через обнуление коэффициентов. Функция потерь. Роль гиперпараметра λ . L1-регуляризация, кросс-валидация (k-fold).

Тема 1.6. Нелинейные преобразования

Причины нелинейных преобразований: неслучайные паттерны на графике Систематическое занижение/завышение прогнозов. Низкий R^2 при визуальной очевидной связи. Основные типы преобразований, Логарифмирование (Для правосторонней асимметрии), возведение в квадратный корень (Для счетных данных с пуассоновским распределением), полиномы.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.1. Список основной литературы

- ✓1. Федотова, Е. Л. Информационные технологии в науке и образовании : учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2024. — 335 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0884-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2116864>
- ✓2. Наумов, В. Н. Методы прогнозирования временных рядов : учебное пособие для вузов / В. Н. Наумов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 196 с. — ISBN 978-5-507-53013-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/464216>

4.2. Список дополнительной литературы

- ✓1. Абрамян, М.Э. Инструменты и методы разработки электронных образовательных ресурсов по компьютерным наукам: монография/ М.Э. Абрамян: Южный федеральный университет. — Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. — 260 с. — ISBN 978-5-9275-2785-4. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039686>
- ✓2. Бутусов, О. Б. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем : учебное пособие / О.Б. Бутусов, В.П. Мешалкин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 374 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1477254. - ISBN 978-5-16-016994-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1477254>
- ✓3. Борисова И.В. Цифровые методы обработки информации/ И.В. Борисова - Новосибирск: НГТУ, 2014. - 139 с.: ISBN 978-5-7782-2448-3. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/546207>
- ✓4. Дадян, Э. Г. Методы, модели, средства хранения и обработки данных : учебник / Э.Г. Дадян, Ю.А.Зеленков. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2024. — 168 с. - ISBN 978-5-9558-0490-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2122966>

4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 3. Перечень информационных ресурсов

№ п/п	Наименование	Адрес
1	Камалдинов Е.В. Использование R для обработки экспериментальных данных	http://www.rbiostats.blogspot.ru

2	The R Development Core Team. The R Journal	http://www.r-project.org/doc/Rnews/bib/Rnewsbib.html
3	Регрессионный анализ в DataScience. Простая линейная регрессия. Библиотека statsmodels	https://habr.com/ru/articles/690414/
4	Стукал Д.К., Тамбовцева А.А. Введение в регрессионный анализ	https://www.hse.ru/edu/courses/835129054
5	Орлов А.И. Многомерный статистический анализ	http://www.aup.ru/books/m163/3_2_5.htm

4.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) и самостоятельной работы

1. Биометрические методы обработки экспериментальных данных и моделирования в сельском хозяйстве и биологии: учебное пособие. Е.В. Камалдинов, С.Г. Куликова, М.Л. Кочнева, К.Н. Нарожных, В.В. Гарт, А.Ф. Петров; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2024. – 165 с.

4.5. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, наглядных пособий

Применение интерактивной доски и проектора.

Таблица 4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование	Тип лицензии или номер лицензии
1.	LibreOffice 7.6	Бесплатная
2.	Операционная система Simply Linux 10 (Xfce 4.16)	Бесплатная
3.	Файловый менеджер FreeCommander	Бесплатная
4.	Браузер MozillaFireFox	Свободно-распространяемая
5.	Rstudio	Свободно-распространяемая
6.	Среда статистического программирования R	Бесплатная

Таблица 5. Перечень плакатов (по темам), карт, стендов, макетов, презентаций, фильмов и т.д.

№ п/п	Тип	Наименование	Примечание
1.	Презентации	В соответствии с темами лекций	Количество слайдов различное в каждой презентации

5.Описание материально-технической базы

Таблица 6. Перечень используемых помещений:

№ аудитории	Тип аудитории	Перечень оборудования
НК-302	Компьютерный класс: аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, дипломного и курсового проектирования (выполнения курсовых работ), занятий семинарского типа, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы.	Компьютер - 15 шт.; проектор; доска ученическая; мебель учебная - 16 шт.; доска интерактивная; веб-камера с микрофоном; колонки акустические

6. Порядок аттестации студентов по дисциплине

Для аттестации студентов по дисциплине используется традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся.

Условием допуска к зачёту является посещение не менее 50% академических часов в рамках контактной работы. Для получения оценки «отлично» необходимо правильно решить практическую задачу с использованием ЭВМ и ответить на два теоретических вопроса, «хорошо» - решить практическую задачу и ответить на один теоретический вопрос, «удовлетворительно» - решить практическую задачу. При отсутствии решения практической задачи выставляется отметка «удовлетворительно».

Промежуточный контроль проводится с целью установления уровня освоения материала по самостоятельным разделам в виде контрольных работ и выполнения заданий на семинарских занятиях.

Итоговый контроль — оценка уровня освоения дисциплины по окончании её изучения в форме зачета в устной форме.

Описание шкалы оценивания:

Критерии оценивания устного ответа на вопросы зачета:

«5» (отлично) — дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается чёткая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки, и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

«4» (хорошо) — дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ чётко структурирован, логичен, изложен в терминах науки, Однако допущены незначительные ошибки ли недочёты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов;

«3» (удовлетворительно) — дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий явлений, в следствии непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщённых знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекций.

«2» (неудовлетворительно) — студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет выделять аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятия.

7. Согласование рабочей программы

Соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Университет биотехнологий, протокол от 25.12.2025 № 10.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры протокол от «14» января 2026 г. № 5

Заведующий кафедрой

(должность)



подпись

Камалдинов Е.В.

ФИО

Председатель учебно-методического совета

(должность)



подпись

Чечушкова М.А.

ФИО

Рабочая программа обсуждена и соответствует учебному плану,
утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Университет биотехнологий,
протокол от «___» _____ 20__ г. №___

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-ы): _____
нужное подчеркнуть

Председатель учебно-
методического совета

(должность)

подпись

ФИО

Рабочая программа обсуждена и соответствует учебному плану,
утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Университет биотехнологий,
протокол от «___» _____ 20__ г. №___

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-
ы): _____
нужное подчеркнуть

Председатель учебно-
методического совета

(должность)

подпись

ФИО