

ФГБОУ ВО Университет биотехнологий
Кафедра прикладной биоинформатики

Рег. № МПУ 26-09

« 20 » января 20 26 г.

УТВЕРЖДАЮ:

И.О. директора института
цифровых технологий
О.В. Агафонова



ФГОС 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.09 Смешанные модели

Шифр и наименование дисциплины

09.04.03 Прикладная информатика

Код и наименование направления подготовки

Прикладная биоинформатика

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	5/180	—	—	3
В том числе,		—	—	
Контактная работа	54	—	—	
Занятия лекционного типа	18	—	—	
Занятия семинарского типа	36	—	—	
Самостоятельная работа, всего	99	—	—	
В том числе:				
Курсовой проект (курсовая работа)	—	—	—	
Контрольная работа / реферат / РГР	к.р.	—	—	3
Форма контроля				
Форма контроля экзамен / зачет / зачет с оценкой	Э	—	—	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:

Профессор, д.э.н., доцент



Алетдинова А.А.

Доцент, к.б.н., доцент



Чечушкова М.А.

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

Дисциплина «Смешанные модели» в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом ПООП (при наличии) направлена на формирование компетенций, представленных в табл. 1.

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: основные математические модели, используемые для генетической оценки и прогнозирования племенных ценностей. Уметь: выбирать и применять соответствующие математические модели для анализа различных показателей (собственные показатели, потомство, родословная). Владеть: навыками анализа результатов, полученных с помощью математических моделей, для прогнозирования племенных ценностей и индексной селекции
	ИОПК-1.2 Применяет методы статистического анализа и машинного обучения для решения задач в животноводстве и прикладной биоинформатике	Знать: принципы построения и анализа матриц генетических корреляций, включая их декомпозицию, вычисление обратных матриц (с учетом и без учета инбридинга). Уметь: применить методы статистического анализа для расчета генетических ковариаций между родственниками и построения обратных матриц генетических зависимостей для различных явлений. Владеть: навыками использования статистических методов для оценки генетических связей и их учета при прогнозировании племенных ценностей.
ОПК-7 Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	ИОПК-7.1 Применяет методы математического моделирования для анализа и прогнозирования характеристик оценки эффективности процессов управления ими.	Знать: теоретические основы метода наилучшего линейного несмещенного прогноза и его различные вариации. Уметь: сформулировать и применить различные BLUP-модели для прогнозирования племенных ценностей, включая анализ упорядоченных категориальных признаков. Владеть: навыками оценки результатов BLUP-анализа для прогнозирования эффективности селективных программ и управления генетическим прогрессом.

	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: различные подходы к моделированию племенной ценности. Уметь: выбирать и применять модели, наблюдающие «материнский эффект», для более точного прогнозирования племенных ценностей и оценки различных генетических компонентов. Владеть: навыками сравнения эффективности различных моделей оценки племенной ценности на основе анализа результатов.
ПК-1 Способен управлять работами по сопровождению и проектами создания (модификации) информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и производственных процессов в животноводстве	ИПК-1.2 Создает организационное и технологическое обеспечение разработки баз данных ИС в рамках управления работами по сопровождению и проектами создания (модификации) ИС в животноводстве	Знать: принципы использования национальных маркеров в прогнозировании племенных ценностей и методы определения моделей на основе информации о маркерах. Уметь: оценивать усиление эффективности прогнозирования племенных ценностей для включения учета информации о генетических маркерах в модели. Владеть: понимая, что интеграция маркерной информации может изменить систему генетического наблюдения и селекции.
	ИПК-1.3 Организует применение биоинформационных и статистических методов для анализа данных, и оптимизации производственных процессов в животноводстве	Знать: методы расчета ковариационной матрицы (Gv) для воздействия MQTL и ее обратной матрицы при использовании генетических маркеров. Уметь: организовать процесс анализа данных для прогнозирования селективной ценности с использованием информационных маркеров, включая вычисление типовых ковариационных матриц. Владеть: навыками применения биоинформационных подходов для представителей систем геномной информации в целях соблюдения племенной ценности.
	ИПК-1.4 Внедряет и контролирует соблюдение методик верификации, валидации и документирования данных первичного зоотехнического учета, включая информационное сопровождение	Знать: методы прямого предсказания генетического вклада нижнего маркерного участка (MQTL) и способы использования этой информации для расчета общей племенной ценности животных. Уметь: контролировать правильность применения моделей измерения животных, включающих данные о генетических маркерах, и правильно интерпретировать полученные результаты для практических задач выбора. Владеть: пониманием методов валидации моделей геномной селекции и важности качества данных для их обеспечения

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.09 Смешанные модели относится к обязательной части.

Данная дисциплина опирается на дисциплины «Информационные технологии в науке, образовании и производстве», «Проектирование баз данных», «Анализ генетических данных», «Нормативно-правовые основы профессиональной деятельности в животноводстве» базовые понятия информатики, математики и является основой для последующего прохождения преддипломной практики.

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				Формируемы е компетенции
		Лекции (Л)	Вид занятия (ЛР)	Самост. работа (СР)	Всего по теме	
1	2	3	4	5	6	7
1	Генетическая оценка и прогнозирование племенной ценности					<i>ОПК-1; ОПК-7; ПК-1</i>
1.1	Генетическая оценка с использованием различных источников записей	2	5	8	15	
1.2	Генетическая ковариация между родственниками	2	4	8	14	
2	Линейный несмещенный прогноз племенной ценности					
2.1	Лучший линейный несмещенный прогноз племенной ценности (BLUP)	4	9	18	31	
2.2	Модели, учитывающие «материнский эффект»	3	7	15	25	
2.3	Использование генетических маркеров в прогнозировании племенной ценности	3	5	12	20	
	Контрольная работа			12	12	
	Экзамен			27	27	
Итого		14	30	100	144	

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

3.1. Содержание отдельных разделов и тем

Раздел 1. Генетическая оценка и прогнозирование племенной ценности

Тема 1: Генетическая оценка с использованием различных источников записей

- базовая модель
- прогнозирование племенной ценности на основе собственных показателей животного
- прогнозирование племенной ценности на основе записей потомства
- прогнозирование племенной ценности на основе родословной
- прогнозирование селекционной ценности одного признака по сравнению с другим
- индексная селекция

Тема 2: Генетическая ковариация между родственниками

- матрица генетических корреляций
- декомпозиция матрицы генетических корреляций
- вычисление обратной матрицы
- - обратная матрица генетических корреляций без учета инбридинга
- - обратная матрица генетических корреляций с учетом инбридинга
- обратная матрица генетических корреляций для первого и второго рядов предков материнской линии

Раздел 2. Линейный несмещенный прогноз племенной ценности

Тема 3: Лучший линейный несмещенный прогноз племенной ценности (BLUP).

- введение в одномерные модели и историческая справка
- модель «Производитель»
- модель «Животное»
- простая модель животного
- модели со случайными эффектами
- фиксированная регрессионная модель
- модель случайной регрессии
- анализ упорядоченных категориальных признаков

Тема 4: Модели, учитывающие «материнский эффект»

- модель «Животное» для материнского предка
- простая модель «Животное», учитывающая «материнский эффект»
- многомерная модель для материнского предка

Тема 5: Использование генетических маркеров в прогнозировании племенной ценности

- определение модели с информацией о маркерах
- вычисление ковариационной матрицы (G_v) для эффектов MQTL
- альтернативный подход к вычислению G_v
- вычисление обратной матрицы G_v
- прогнозирование селекционной ценности с использованием информации о маркерах
- простая модель «животное» с информацией о маркере
- прямое предсказание аддитивной компоненты генетического эффекта в MQTL
- прогнозирование общей аддитивной компоненты племенной ценности

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

4.1. Список основной литературы

- ✓ 1. Литаврин, А. В. Линейная алгебра: учебное пособие / А. В. Литаврин, Т. В. Моисеенкова. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. - 244 с. - ISBN 978-5-7638-4604-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2092907>
- ✓ 2. Методы обработки экспериментальных данных и математического моделирования процессов: учебное пособие / Новосибирский гос. аграрн. ун-т; сост.: Е.В. Камалдинов, С.Г. Куликова, М.Л. Кочнева, К.Н. Нарожных. - 3-е изд., доп. - Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2021. - 158 с. — Электронная программа (визуальная). Электронные данные, электронные. - URL: <https://edubiotech.ru/file/1995401>

4.2. Список дополнительной литературы

- ✓ 1. 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>
- ✓ 2. Затонский, А. В. Программирование и основы алгоритмизации. Теоретические основы и примеры реализации численных методов: учебное пособие / А. В. Затонский, Н. В. Бильфельд. — 2-е изд. — Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2022. — 167 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-369-01195-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1860435>
- ✓ 3. Разведение и селекция сельскохозяйственных животных : учебник для вузов / Е. Я. Лебедев, Л. А. Танана, Н. Н. Климов, С. И. Коршун. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-6685-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151665>

4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 3. Перечень информационных ресурсов

№ п/п	Наименование	Адрес
1	The R Project for Statistical Computing	https://www.r-project.org/
2	Вялый М.Н. Линейные неравенства и комбинаторика.	http://www.mccme.ru/dubna/2001/material/vyalyi.pdf
3	Prediction of Complex Traits: Robust Alternatives to Best Linear Unbiased Prediction	https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2018.00195/full
4	Data Science Weekly	https://www.datascienceweekly.org/
5	Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) of Random Effects in the Normal Linear Mixed Effects Model	https://dnett.github.io/S510/21BLUP.pdf

6	Метод Симплекс.	http://ru.wikipedia.org/wiki/Симплекс-метод
---	-----------------	---

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

1. Смешанные модели в животноводстве: методические указания по выполнению практических занятий, контрольной и самостоятельной работы / Новосибирский государственный аграрный университет; Институт цифровых технологий; составители: Е.В.Камалдинов, М.П.Меркушкина – Новосибирск, 2025. – 23 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 правообладатель
1.	LibreOffice	Свободно-распространяемая
2.	OpenOffice	Свободно-распространяемая
3.	Браузер Mozilla Fire Fox	Mozilla Public Licence
4.	Почтовый клиент Thunderbird	Mozilla Public Licence
5.	Файловый менеджер FreeCommander	Свободно-распространяемая
6.	Среда статистического программирования R	Свободно-распространяемая

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	МТО: Компьютер - 15 шт.; проектор; доска ученическая; мебель учебная - 16 шт.; доска интерактивная; веб-камера с микрофоном; колонки

	аттестации, самостоятельной работы.	акустические
--	-------------------------------------	--------------

6. Порядок аттестации студентов по дисциплине

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

Условием допуска к экзамену 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 экзамена в устной форме. Описание шкалы оценивания:

Критерии оценивания устного ответа на экзаменационные вопросы:

«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 Новосибирского ГАУ, протокол от 25.12.2025 № 10.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры прикладной биоинформатики 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 Новосибирского ГАУ, 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 Новосибирского ГАУ, протокол от «___» _____ 20__ г. № _____

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

Председатель учебно-методического совета

(должность)

подпись

ФИО