

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРОБИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»)**

ИНСТИТУТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОИНЖЕНЕРИИ

УТВЕРЖДЕНА
протоколом заседания
методической комиссии
института
№ 2 от «14» мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**«Генетические основы моделирования селекционного процесса
и работа с базами данных в животноводстве»**

Направление подготовки / специальность	36.03.02. «Зоотехния»
Направленность(и) (профиль(и))	«Генетика, генетические методы в практике животноводства»
Уровень образовательной программы	Бакалавриат
Форма(ы) обучения	Очная
Трудовоемкость дисциплины, ЗЕТ	4
Трудовоемкость дисциплины, час.	144

Разработчик:

Доцент кафедры зооинженерии

Колганов А.Е.

(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой зооинженерии

Колганов А.Е.

(подпись)

Иваново 2026

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цель дисциплины:

«Генетические основы моделирования селекционного процесса и работа с базами данных в животноводстве» заключается в формировании у обучающихся системы фундаментальных знаний о математических и генетических принципах прогнозирования селекционного прогресса и прикладных профессиональных компетенций в области моделирования долгосрочных селекционных программ, оптимизации подбора пар и работы с современными специализированными программными продуктами и базами данных для принятия научно обоснованных зоотехнических и селекционных решений в животноводстве.

Задачи:

1. Теоретические основы моделирования: изучение закономерностей генетического прогресса, методов расчета селекционного дифференциала, генерационного интервала, точности оценки и кумулятивного эффекта отбора, а также математических моделей оптимизации долгосрочных селекционных программ.

2. Методы оптимизации подбора пар: освоение алгоритмов оптимального вклада (optimal contribution selection), методов балансировки генетического прогресса и контроля инбридинга, а также стратегий управления генетическим разнообразием в популяции.

3. Специализированное программное обеспечение: формирование навыков работы с современными программами управления стадом и селекционного моделирования (Селэкс, DairyComp, Uniform-Agri, SELEKS-Animal, HerdBook, ZUCHTVALUE и др.) для анализа продуктивности, расчета племенной ценности и планирования воспроизводства.

4. Биоинформатические ресурсы и базы данных: изучение принципов работы с международными и отечественными базами генетической и зоотехнической информации (NCBI, Ensembl, Animal QTLdb, Interbull, WBFSH, ФГИС «Племенное животноводство»), а также методов извлечения и интерпретации данных для селекционных решений.

5. Анализ больших данных и цифровизация: ознакомление с концепциями точного животноводства (Precision Livestock Farming), методами обработки больших данных (Big Data) и применения алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения для прогнозирования продуктивности и здоровья животных.

6. Принятие селекционных решений: освоение методов построения и использования селекционных индексов, расчета экономической ценности признаков, моделирования сценариев развития стада и оценки эффективности различных селекционных стратегий в условиях конкретного хозяйства.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с учебным

планом дисциплина

относится к

Части, формируемой участниками образовательных отношений

Статус дисциплины

вариативная

Обеспечивающие
(предшествующие)

дисциплины, практики

Биотехника воспроизводства с основами акушерства, разведение животных, кормление животных, зоогигиена, научные основы полноценного кормления высокопродуктивных животных, скотоводство, свиноводство, овцеводство и козоводство, коневодство, птицеводство, кролиководство и звероводство, направленное выращивание ремонтного молодняка, научные основы кормления высокопродуктивных животных,

Обеспечиваемые

ГИА

(последующие)
дисциплины, практики

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) (ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ)

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Номер(а) раздела(ов) дисциплины (модуля), отвечающего(их) за формирование данного(ых) индикатора(ов) достижения компетенции
ПК-9 Способен формировать и решать задачи в производственной деятельности связанные с реализацией и разработкой технологий отраслей в животноводстве и рационального использования средств механизации и автоматизации	ИД-1ПК9 Знать: Понятия и задачи в производственной деятельности связанные с реализацией и разработкой технологий отраслей в животноводстве и рационального использования средств механизации и автоматизации ИД-2 ПК9 Уметь: использовать в практической деятельности методы решения производственных задач связанных с реализацией и разработкой технологий отраслей в животноводстве и рационального использования средств механизации и автоматизации ИД-3 ПК9 Владеть: практическими навыками формирования и решения задачи в производственной деятельности связанные с реализацией и разработкой технологий отраслей в животноводстве и рационального использования средств механизации и автоматизации	все разделы

ПК-10 Способен владеть методами селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных	ИД-1ПК10 Знать: Методы селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных ИД-2 ПК10 Уметь применять методы селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных ИД-3 ПК10 Владеть: Способностью владеть методами селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных	все разделы
ПК-11 Способен применять современные методы исследований в области животноводства	ИД-1ПК11 Знать: Современные методы исследований в области животноводства ИД-2 ПК11 Уметь: Применять современные методы исследований в области животноводства ИД-3 ПК11 Владеть: Способностью применять современные методы исследований в области животноводства	все разделы
ПК-12 Способен использовать методы оценки качества и стандартизации кормов и продукции, сертификации племенных животных	ИД-1ПК12 Знать: Методы оценки качества и стандартизации кормов и продукции, сертификации племенных животных ИД-2 ПК12 Уметь: Использовать методы оценки качества и стандартизации кормов и продукции, сертификации племенных животных ИД-3 ПК12 Владеть: Способностью использовать методы оценки качества и стандартизации кормов и продукции, сертификации племенных животных	все разделы

ПК-1 Способен выбирать и соблюдать режимы содержания животных, составлять рационы кормления, прогнозировать последствия изменений в кормлении, разведении и содержании животных и на этом основании проводить зоотехническую оценку животных	ИД-1ПК1 Знать: Понятия, теоретические основы выбора и соблюдения режимов содержания животных, составления рационов кормления, прогнозирования последствия изменений в кормлении, разведении и содержании животных и на этом основании проводить зоотехническую оценку животных ИД-2 ПК1 Уметь: Применять в практической деятельности выбирать и соблюдать режимы содержания животных, составлять рационы кормления, прогнозировать последствия изменений в кормлении, разведении и содержании животных и на этом основании проводить зоотехническую оценку животных ИД-3 ПК1 Владеть: Способен осознано использовать и соблюдать режимы содержания животных, составлять рационы кормления, прогнозировать последствия изменений в кормлении, разведении и содержании животных и на этом основании проводить зоотехническую оценку животных	все разделы
---	---	-------------

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Содержание дисциплины (модуля)

4.1.1. Очная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоёмкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
1. Теоретические основы моделирования селекционного процесса							
1.1	Закономерности генетического прогресса: формула, селекционный дифференциал, генерационный интервал, точность оценки и интенсивность отбора.	2	4	-	6	УО, Т	Лекция- визуализация; Решение задач на расчет генетического прогресса и прогнозирование
	Математические модели долгосрочных селекционных программ: кумулятивный эффект, многоцелевой отбор,	2	4	-	6		
1.2						УО, ПР	Кейс-стади: сравнение стратегий отбора; Моделирование генетического прогресса на 10 лет

№	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоёмкость, час.				Контроль	Применяемые
	моделирование сценариев развития стада.						
2. Оптимизация подбора пар и управление генетическим разнообразием							
	Методы оптимального вклада (Optimal Contribution Selection):						Расчет оптимального вклада производителей в следующее поколение с использованием матриц родства
2.1	баланс между генетическим прогрессом и контролем инбридинга.	2	4	-	6	УО, ПР	
	Стратегии управления генетическим разнообразием: мониторинг,						Анализ родословных и расчет коэффициентов инбридинга;
2.2	эффективная численность (Ne), минимизация рисков в малых и аборигенных популяциях.	2	4	-	6	УО, ПР, 3	Защита программы сохранения генофонда
3. Специализированное программное обеспечение в животноводстве							
	Архитектура и функционал программ управления стадом (Селэкс, DairyComp, Uniform-Agri): ввод данных, аналитика продуктивности и воспроизводства.						Практикум в компьютерном классе: работа с демо-версиями ПО, формирование аналитических отчетов
3.1	Расчет племенной ценности и селекционных индексов	2	4	-	6	УО, ПР	
	в специализированном ПО (SELEKS-Animal, ZUCHTVALUE, MACE): практические аспекты.						Интерпретация выходных данных программ; Сравнение традиционной и геномной оценки племенной ценности
3.2		2	4	-	5	УО, ПР	
4. Биоинформатические ресурсы и базы данных							
	Международные и отечественные базы генетической и зоотехнической информации (NCBI, Ensembl, Animal QTLdb, ФГИС «Племенное животноводство»).						Поиск и анализ генетической информации о конкретных генах и QTL-локусах в международных базах
4.1	Методы извлечения, анализа и интерпретации данных	2	4	-	6	УО, Т	
	из баз для принятия селекционных решений и контроля происхождения.						Работа с данными ФГИС; Анализ родословных и генетических паспортов в электронных системах учета
4.2		2	4	-	6	УО, ПР	
5. Анализ больших данных, цифровизация и принятие решений							
	Концепции точного животноводства (PLF) и больших данных (Big Data): источники данных (датчики,						Анализ данных с шагомеров и датчиков руминации; Выявление
5.1		2	4	-	5	УО, ПР	

№	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоёмкость, час.				Контроль	Применяемые
	роботы), алгоритмы машинного обучения.						паттернов, связанных со здоровьем и охотой
5.2	Построение селекционных индексов, расчет экономической ценности признаков и итоговое моделирование стратегии развития стада.	2	4	-	5	УО, 3	Проектирование собственного селекционного индекса; Защита комплексной стратегии развития племенного стада
	Итого:	20	40	-	57		
	Форма контроля:	Экзамен (Э)					

УО – устный опрос, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, КЗ – кейс-задача, Э – экзамен.

4.1.2. Заочная форма:

[illegible]

5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

5.1. Содержание самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

1. История и эволюция методов моделирования селекционного процесса: от массового отбора до геномной селекции.
2. Математические основы генетического прогресса: формула ΔG , ее компоненты и факторы, влияющие на скорость улучшения стада.
3. Селекционный дифференциал (S) и интенсивность отбора (i): методы расчета и практическое применение.
4. Генерационный интервал: понятие, методы сокращения, влияние на темпы генетического прогресса.
5. Точность оценки племенной ценности (r_{PI}): факторы, повышающие точность, и ее роль в формуле генетического прогресса.
6. Кумулятивный эффект отбора и долгосрочное прогнозирование селекционного прогресса.
7. Многоцелевой отбор: принципы, ограничения и методы учета корреляций между признаками.
8. Методы оптимального вклада (Optimal Contribution Selection, OCS): математические основы и алгоритмы.
9. Баланс между генетическим прогрессом и контролем инбридинга: теоретические и практические аспекты.
10. Матрицы родства и инбридинга: построение, интерпретация, использование в селекционных программах.
11. Эффективная численность популяции (N_e): методы расчета, пороговые значения, стратегии поддержания.
12. Стратегии управления генетическим разнообразием в малых и аборигенных популяциях.
13. Моделирование сценариев развития стада: типы моделей, входные параметры, интерпретация результатов.
14. Архитектура и функционал программы «Селэкс-Молоко»: структура базы данных, основные модули.
15. Работа в программе DairyComp 305: ввод данных, формирование отчетов, анализ ключевых показателей.
16. Особенности программы Uniform-Agri: модули воспроизводства, продуктивности, генетики.
17. Расчет племенной ценности в программе SELEKS-Animal: алгоритмы, типы моделей, интерпретация результатов.
18. Международные программы оценки племенной ценности: ZUCHTVALUE, MACE (Multi-Trait Across Country Evaluation).
19. Сравнительный анализ отечественного и зарубежного программного обеспечения для управления стадом.
20. Принципы работы с базой данных NCBI (GenBank, PubMed): поиск генетической информации.
21. База данных Ensembl: геномы сельскохозяйственных животных, инструменты сравнительной геномики.

22. База Animal QTLdb: поиск QTL-локусов, ассоциированных с хозяйственно полезными признаками.
23. Международная база Interbull: принципы международной оценки быков-производителей.
24. База данных WBFSH: рейтинги быков и коров по спортивным и продуктивным признакам.
25. ФГИС «Племенное животноводство» (РФ): структура, функционал, работа с реестрами.
26. Методы извлечения и экспорта данных из специализированных баз для дальнейшего анализа.
27. Концепция точного животноводства (Precision Livestock Farming, PLF): технологии, датчики, системы мониторинга.
28. Источники больших данных (Big Data) в животноводстве: датчики активности, руминации, удоев, онлайн-анализ молока.
29. Алгоритмы машинного обучения в животноводстве: типы моделей, задачи классификации и прогнозирования.
30. Применение нейронных сетей для прогнозирования продуктивности и выявления заболеваний.
31. Цифровые двойники животных и стад: концепция, практическое применение.
32. Селекционные индексы: принципы построения, взвешивание признаков, экономическая ценность.
33. Расчет экономической ценности признаков: методы, учет затрат и доходов, дисконтирование.
34. Национальные и международные селекционные индексы (TPI, NM\$, RZG, ISU): структура и применение.
35. Адаптация селекционных индексов к условиям конкретного хозяйства: региональные особенности.
36. Моделирование генетического прогресса при использовании геномной селекции vs традиционной.
37. Оптимизация подбора пар с использованием программных средств: автоматические алгоритмы и ручная корректировка.
38. Анализ эффективности различных стратегий осеменения: использование молодых геномных быков vs проверенных.
39. Биоинформатический анализ результатов GWAS: интерпретация «Манхэттенских графиков», Manhattan plot.
40. Работа с данными полногеномного секвенирования: форматы файлов (VCF, BAM, FASTQ), базовые инструменты.
41. Интеграция геномных данных с фенотипическими в программах управления стадом.
42. Валидация результатов селекционного моделирования: сравнение прогноза с фактическими данными.
43. Экономико-математическое моделирование эффективности селекционных программ: расчет ROI, точки безубыточности.
44. Зарубежный опыт цифровизации селекции: лидирующие страны, технологии, результаты.
45. Перспективы развития моделирования селекционного процесса в России: импортозамещение ПО, развитие собственных баз данных.

5.2. Контроль самостоятельной работы

- Тестовые опросы;
- Оценка реферированных материалов, вынесенных на самостоятельное изучение;
- Оценка по выполнению индивидуальных заданий;

-Оценка результатов по итогам всех форм контроля принятых в рамках дисциплины

5.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать основную и рекомендованную литературу, методические указания разработанные на кафедре, а также интернет ресурсы. Организация самостоятельной работы студентов основана на ПВД-12 О самостоятельной работе обучающихся.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Основная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

1. Ветеринарная генетика : учебное пособие / О. А. Попова, А. П. Хохлова, О. Е. Татьяничева [и др.]. — Белгород : БелГАУ им.В.Я.Горина, 2025. — 248 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/517182> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие для вузов / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митюлько. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-9773-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200846> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Общая генетика : учебное пособие для вузов / Е. А. Вертикова, В. В. Пыльнев, М. И. Попченко, Я. Ю. Голиванов ; под редакцией Е. А. Вертикова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 112 с. — ISBN 978-5-507-50661-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/454442> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Разведение животных : Учебник для СПО / В. Г. Кахикало, Н. Г. Фенченко, О. В. Назарченко, С. А. Гриценко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-9086-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/184129> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Туников, Г. М. Разведение животных с основами частной зоотехнии / Г. М. Туников, А. А. Коровушкин. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 744 с. — ISBN 978-5-507-45308-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264260> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Уколов, П. И. Ветеринарная генетика : учебник для вузов / П. И. Уколов, О. Г. Шараськина. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 372 с. — ISBN 978-5-507-50769-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/462740> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2.Дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

1. Биобезопасность в птицеводстве : монография / О. Н. Ястребова, Е. Н. Чернова, А. Н. Добудько [и др.]. — Белгород : БелГАУ им.В.Я.Горина, 2022. — 317 с. — ISBN 978-5-98242-353-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/332018> (дата обращения: 04.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Митютко, В. И. Популяционная генетика : учебное пособие / В. И. Митютко, А. Ю. Алексеева. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2024. — 77 с. — ISBN 978-5-85983-495-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/506621> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Повышение воспроизводительной способности молочных коров : учебное пособие / А. Е. Болгов, Е. П. Карманова, И. А. Хакана, М. Э. Хуобонен. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-0942-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210521> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Текеев, М.Э. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЛЕКЦИИ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ / М. Э. Текеев, Л. М. Салпагарова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2019. — № 6. — С. 276-279. — ISSN 2073-0853. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/311875> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ТЕОРИИ / М. В. Доронина, М. V. Doronina, А. О. Москалева, А. О. Moskaleva // Мир Инноваций. — 2022. — № 4 (23). — С. 82-85. — ISSN 2687-0460. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/369188> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Четвертакова, Е. В. Ветеринарная генетика: курс лекций : учебное пособие / Е. В. Четвертакова. — Красноярск : КрасГАУ, 2016. — 99 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187347> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.3. Ресурсы сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины (модуля)

- 1) Научная электронная библиотека e-library.ru / <http://e-library.ru>.
- 2) Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Электронная библиотека / <http://window.edu.ru>

6.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Митютко, В. И. Практикум по биометрии : учебное пособие / В. И. Митютко, А. Ю. Алексеева. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2024. — 53 с. — ISBN 978-5-85983-495-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/506620> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Митютко, В. И. Частная генетика : учебное пособие / В. И. Митютко, А. Ю. Алексеева. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2022. — 94 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/406256> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Позднякова, Т. Э. Генетика: практикум для обучающихся по направлению подготовки 36.03.02 Зоотехния, профиль «Разведение, селекция, генетика и воспроизводство сельскохозяйственных животных» : учебное пособие / Т. Э. Позднякова. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2023. — 94 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/340121> (дата обращения: 25.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.5. Информационные справочные системы, используемые для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости)

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.R: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. ЭБС ФГБОУ ВО «Ивановская ГСХА» имени академика Д.К. Беляева
3. ЭБС издательства «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com/>

6.6. Программное обеспечение, используемое для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости)

1. Операционная система типа Windows
2. Интернет-браузеры
3. Microsoft Office, Open Office.

6.7. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

LMSMoodle

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	Наименование специальных помещений* и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины, а также техническими средствами обучения (в том числе, переносными), служащие для представления учебной информации большой аудитории
2.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, переносными техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
3.	Помещение для самостоятельной работы	укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

Приложение № 1
к рабочей программе по дисциплине (модулю)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

**Генетические основы моделирования селекционного процесса и
работа с базами данных в животноводстве**

1. Перечень компетенций, формируемых на данном этапе

1.1. Очная форма:

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля*	Оценочные средства
1	2	3	4
ПК-9 Способен формировать и решать задачи в производственной деятельности связанные с реализацией и разработкой технологий отраслей в животноводстве и рационального использования средств механизации и автоматизации	ИД-1ПК9 Знать: Понятия и задачи в производственной деятельности связанные с реализацией и разработкой технологий отраслей в животноводстве и рационального использования средств механизации и автоматизации ИД-2 ПК9 Уметь: использовать в практической деятельности методы решения производственных задач связанных с реализацией и разработкой технологий отраслей в животноводстве и рационального использования средств механизации и автоматизации ИД-3 ПК9 Владеть: практическими навыками формирования и решения задачи в производственной деятельности связанные с реализацией и разработкой технологий отраслей в животноводстве и рационального использования средств механизации и автоматизации	УО, К, Т, Э	Вопросы для подготовки к устному опросу, коллоквиумам, тестовые задания, вопросы для подготовки к экзамену
ПК-10 Способен владеть методами селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных	ИД-1ПК10 Знать: Методы селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных ИД-2 ПК10 Уметь применять методы селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных ИД-3 ПК10 Владеть: Способностью владеть методами селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных	УО, К, Т, Э	Вопросы для подготовки к устному опросу, коллоквиумам, тестовые задания, вопросы для подготовки к экзамену
ПК-11 Способен применять	ИД-1ПК11 Знать: Современные методы исследований в области животноводства	УО, К, Т, Э	Вопросы для подготовки к устному

современные методы исследований в области животноводства	ИД-2 ПК11 Уметь: Применять современные методы исследований в области животноводства ИД-3 ПК11 Владеть: Способностью применять современные методы исследований в области животноводства		опросу, коллоквиумам, тестовые задания, вопросы для подготовки к экзамену
ПК-12 Способен использовать методы оценки качества и стандартизации кормов и продукции, сертификации племенных животных	ИД-1ПК12 Знать: Методы оценки качества и стандартизации кормов и продукции, сертификации племенных животных ИД-2 ПК12 Уметь: Использовать методы оценки качества и стандартизации кормов и продукции, сертификации племенных животных ИД-3 ПК12 Владеть: Способностью использовать методы оценки качества и стандартизации кормов и продукции, сертификации племенных животных	УО, К, Т, Э	Вопросы для подготовки к устному опросу, коллоквиумам, тестовые задания, вопросы для подготовки к экзамену
ПК-1 Способен выбирать и соблюдать режимы содержания животных, составлять рационы кормления, прогнозировать последствия изменений в кормлении, разведении и содержании животных и на этом основании проводить зоотехническую оценку животных	ИД-1ПК1 Знать: Понятия, теоретические основы выбора и соблюдения режимов содержания животных, составления рационов кормления, прогнозирования последствия изменений в кормлении, разведении и содержании животных и на этом основании проводить зоотехническую оценку животных ИД-2 ПК1 Уметь: Применять в практической деятельности выбирать и соблюдать режимы содержания животных, составлять рационы кормления, прогнозировать последствия изменений в кормлении, разведении и содержании животных и на этом основании проводить зоотехническую оценку животных ИД-3 ПК1 Владеть: Способен осознанно использовать и соблюдать режимы содержания животных, составлять рационы кормления, прогнозировать последствия изменений в кормлении, разведении и содержании животных и на этом основании проводить зоотехническую оценку животных	УО, К, Т, Э	Вопросы для подготовки к устному опросу, коллоквиумам, тестовые задания, вопросы для подготовки к экзамену

УО – устный опрос, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, КЗ – кейс-задача, Э – экзамен.

2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на данном этапе их формирования

Показатель и	Критерии оценивания*			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристики сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенций	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

* Преподаватель вправе изменить критерии оценивания в соответствии с ФГОС ВО и особенностями ОПОП.

3. Оценочные средства

3.1. Вопросы для подготовки к коллоквиумам, тестированиям, устным опросам и экзамену

3.1.1. Вопросы для подготовки к коллоквиумам

Коллоквиум № 1. Теоретические и математические основы моделирования селекционного процесса

1. Компоненты генетического прогресса: Объясните, как каждый из четырёх параметров формулы $\Delta G = (i \times r \times \sigma A) / L$ влияет на скорость улучшения стада. Приведите конкретные управленческие и селекционные решения, позволяющие оптимизировать интенсивность отбора (i), точность оценки (r), генетическое стандартное отклонение (σA) и генерационный интервал (L) в молочном скотоводстве.
2. Многоцелевой отбор и генетические корреляции: Почему при одновременном улучшении нескольких признаков неизбежен «генетический компромисс»? Как рассчитываются и учитываются генетические корреляции (например, между удоем и содержанием жира, плодовитостью и долголетием) при построении долгосрочных селекционных программ?
3. Моделирование сценариев: Смоделируйте и сравните два сценария развития племенного стада на 10 лет: (а) интенсивный отбор с использованием молодых геномных быков ($L \approx 2,5$ года) и (б) консервативный отбор с использованием только проверенных производителей ($L \approx 6$ лет). Какие риски (инбридинг, дисперсия) и преимущества у каждого сценария?

Коллоквиум № 2. Оптимизация подбора пар и управление генетическим разнообразием 4. Метод оптимального вклада (OCS): В чём математическая суть метода Optimal Contribution Selection? Как алгоритм балансирует ожидаемый генетический прогресс и ограничение скорости роста инбридинга (ΔF)? Приведите пример практического применения в крупном племенном хозяйстве. 5. Эффективная численность популяции (N_e): Как рассчитывается N_e в реальном стаде с учётом неравномерного использования производителей, дисперсии семейного размера и половой структуры? Почему $N_e \geq 50$ считается порогом краткосрочного выживания породы, а $N_e \geq 500$ — долгосрочной эволюционной устойчивости? 6. Стратегия для малочисленных пород: Разработайте программу минимизации инбридинга для аборигенной породы (например, якутский скот или романовская овца) при сохранении темпов генетического улучшения. Какие инструменты (матрицы родства, криобанк, плановый обмен генетическим материалом, стратегическое скрещивание) вы интегрируете в математическую модель?

Коллоквиум № 3. Работа с программным обеспечением и базами данных 7. Сравнение ПО управления стадом: Сравните архитектуру и аналитические возможности программ «Селэкс» и DairyComp 305. Как в каждой из них реализованы модули расчета племенной ценности, контроля воспроизводства, формирования селекционных индексов и экспорта данных? 8. Международные базы и Interbull: Опишите алгоритм работы с базой Interbull. Как рассчитываются и интерпретируются международные индексы (MACE) для быков-производителей? Почему они критически важны для глобального обмена генетическим материалом и корректного сравнения животных из разных стран? 9. Биоинформатический поиск: Как использовать базы данных Animal QTLdb и NCBI для поиска генов-кандидатов, ассоциированных с устойчивостью к маститу или мраморностью мяса у КРС? Опишите пошаговый процесс извлечения данных, их валидации и применения в программе селекции конкретного хозяйства.

Коллоквиум № 4. Большие данные, цифровизация и принятие селекционных решений 10. Интеграция Big Data в селекцию: Как данные с датчиков точного животноводства (активность, руминация, температура тела, онлайн-анализ молока) интегрируются в системы управления стадом для автоматического расчета селекционных и управленческих индексов? Приведите пример алгоритма принятия решения на основе потоковых данных. 11. Экономические селекционные индексы: Объясните принципы построения экономического индекса. Как рассчитывается экономическая ценность каждого признака (удой, жир, белок, сервис-период, долголетие) и как она трансформируется в «вес» в итоговом индексе (например, TPI, NM\$ или RZG)? Как адаптировать индекс к региональным экономическим условиям? 12. Геномная vs традиционная селекция: В чём заключается методологическое

отличие геномной селекции от традиционной фенотипической и родословной оценки? Как интеграция SNP-чипирования и машинного обучения изменила точность прогнозирования племенной ценности у молодых животных и позволилакратно сократить генерационный интервал без потери качества отбора?

3.1.2. Тестовые задания

Блок 1. Теоретические основы моделирования селекционного процесса

1. Формула генетического прогресса (ΔG) включает следующие компоненты: а) Интенсивность отбора, точность оценки, генетическое стандартное отклонение и генерационный интервал; б) Только удой и содержание жира в молоке; в) Количество животных в стаде и площадь пастбищ; г) Возраст животных и их живая масса.
2. Генерационный интервал (L) — это: а) Время между двумя последовательными отелами у коровы; б) Средний возраст родителей при рождении потомства, отобранного для замены; в) Период лактации у молочных коров; г) Время от рождения до первого осеменения.
3. Метод оптимального вклада (Optimal Contribution Selection, OCS) применяется для: а) Определения масти потомства; б) Балансирования генетического прогресса и контроля инбридинга путем оптимизации вклада каждого производителя в следующее поколение; в) Расчета рациона кормления; г) Диагностики инфекционных заболеваний.
4. Эффективная численность популяции (N_e) критически важна для: а) Увеличения удоев; б) Контроля скорости инбридинга и сохранения генетического разнообразия в долгосрочной перспективе; в) Снижения затрат на корма; г) Улучшения экстерьера животных.

Блок 2. Специализированное программное обеспечение

5. Программа «Селэкс-Молоко» предназначена для: а) Только расчета рациона кормления; б) Комплексного управления стадом КРС: учет продуктивности, воспроизводства, генетики, расчета племенной ценности; в) Диагностики болезней; г) Продажи молока через интернет.
6. В программе DairyComp 305 модуль "Repro" используется для: а) Анализа воспроизводства: сервис-период, индекс осеменения, яловость; б) Расчета удоев; в) Учета кормов; г) Ведения финансовой отчетности.
7. Программа Uniform-Agri отличается от «Селэкс» тем, что: а) Работает только с овцами; б) Имеет более развитые модули геномной селекции и интеграции с международными базами данных; в) Не поддерживает расчет племенной ценности; г) Используется только в России.

Блок 3. Биоинформатические ресурсы и базы данных

8. База данных Animal QTLdb содержит информацию о: а) Только последовательностях ДНК; б) QTL-локусах (количественных признаков локусах), ассоциированных с хозяйственно полезными признаками сельскохозяйственных животных; в) Только болезнях животных; г) Погодных условиях.
9. Международная система Interbull предназначена для: а) Продажи молока; б) Международной оценки быков-производителей (MACE — Multi-Trait Across Country Evaluation) для корректного сравнения животных из разных стран; в) Вакцинации животных; г) Транспортировки семени.
10. ФГИС «Племенное животноводство» в РФ используется для: а) Только продажи мяса; б) Ведения государственного племенного учета, регистрации животных, контроля происхождения, выдачи племенных свидетельств; в) Обучения студентов; г) Прогноза погоды.

Блок 4. Большие данные и цифровизация

11. Концепция точного животноводства (Precision Livestock Farming, PLF) предполагает: а) Ручной учет всех животных; б) Использование датчиков, автоматических систем

мониторинга и анализа данных в реальном времени для управления продуктивностью и здоровьем; в) Только механическую дойку; г) Исключение человеческого фактора полностью.

12. Большие данные (Big Data) в животноводстве включают: а) Только удои молока; б) Поточные данные с датчиков активности, руминации, температуры, онлайн-анализа молока, геномные профили, фенотипические записи; в) Только финансовые отчеты; г) Погодные сводки.
13. Селекционный индекс TPI (Total Performance Index) используется для: а) Определения масти; б) Комплексной оценки быков-производителей голштинской породы по множеству признаков с учетом их экономической ценности; в) Расчета рациона; г) Диагностики мастита.
14. Геномная селекция отличается от традиционной тем, что: а) Использует только фенотипические данные; б) Позволяет оценивать племенную ценность молодых животных на основе SNP-чипирования без ожидания проявления признаков или получения потомства; в) Запрещена в России; г) Применяется только для свиней.

3.1.3. Практические кейсовые задачи

Кейс 1. Расчет генетического прогресса Условие: В племенном хозяйстве по разведению голштинского КРС (1000 коров) планируется внедрение геномной селекции. Текущие параметры: интенсивность отбора быков $i = 2,0$, точность оценки $r = 0,7$, генетическое стандартное отклонение по удою $\sigma_A = 400$ кг, генерационный интервал $L = 6$ лет. После внедрения геномной селекции ожидается: $r = 0,85$, $L = 2,5$ года. Задание:

1. Рассчитайте текущий генетический прогресс по удою за год (ΔG) по формуле $\Delta G = (i \times r \times \sigma_A) / L$.
2. Рассчитайте ожидаемый ΔG после внедрения геномной селекции.
3. Определите, во сколько раз ускорится генетический прогресс, и рассчитайте дополнительную прибыль за 10 лет при цене молока 30 руб/кг.

Кейс 2. Оптимизация подбора пар методом OCS Условие: В малочисленном племенном хозяйстве (50 коров, 3 быка-производителя) необходимо подобрать пары на следующий год. Бык Б-1 имеет высокий EBV по удою (+800 кг), но его коэффициент инбридинга $F = 0,08$. Бык Б-2 имеет средний EBV (+500 кг), $F = 0,02$. Бык Б-3 имеет низкий EBV (+300 кг), $F = 0,01$. Цель: достичь генетического прогресса по удою не менее +600 кг/год, но не допустить роста среднего инбридинга стада выше $\Delta F = 0,005$ за поколение. Задание:

1. Рассчитайте ожидаемый генетический прогресс и инбридинг при использовании только быка Б-1.
2. Предложите стратегию оптимального вклада (OCS): каких быков и в какой пропорции использовать для достижения цели.
3. Обоснуйте решение с точки зрения баланса генетического прогресса и сохранения генетического разнообразия.

Кейс 3. Работа в программе «Селэкс-Молоко» Условие: В программе «Селэкс-Молоко» необходимо проанализировать стадо из 500 коров. Требуется: (а) выявить коров с сервис-периодом более 120 дней; (б) рассчитать средние удои за лактацию для коров разных возрастов; (в) сформировать список коров для выбраковки по критерию «удой < 6000 кг + сервис-период > 150 дней + соматические клетки > 500 тыс./мл». Задание:

1. Опишите пошаговый алгоритм выполнения каждой задачи в интерфейсе программы (какие модули, фильтры, отчеты использовать).
2. Какие дополнительные аналитические отчеты вы бы сформировали для принятия управленческих решений (анализ эффективности осеменений, оценка влияния месяца отела на продуктивность)?
3. Как экспортировать полученные данные для дальнейшего анализа в Excel или специализированном статистическом ПО?

Кейс 4. Построение экономического селекционного индекса Условие: Хозяйство хочет разработать собственный селекционный индекс для коров, учитывающий удой (U), содержание жира (J), содержание белка (B), сервис-период (SP) и долголетие (DL). Экономические ценности признаков (руб./единицу): $U = +5$, $J = +80$, $B = +120$, $SP = -15$, $DL = +50$. Наследуемость: $h^2(U) = 0,3$, $h^2(J) = 0,5$, $h^2(B) = 0,5$, $h^2(SP) = 0,05$, $h^2(DL) = 0,1$. Задание:

1. Рассчитайте «веса» каждого признака в селекционном индексе с учетом их экономической ценности и наследуемости.
2. Сформулируйте итоговую формулу индекса.
3. Как адаптировать этот индекс, если в регионе резко выросли цены на белковые корма (экономическая ценность белка увеличилась в 1,5 раза)?

Кейс 5. Работа с базой данных Animal QTLdb Условие: Хозяйство хочет улучшить устойчивость стада к маститу с помощью маркер-вспомогательной селекции (MAS). Необходимо найти гены и QTL-локусы, ассоциированные с устойчивостью к маститу у КРС. Задание:

1. Опишите пошаговый алгоритм поиска информации в базе Animal QTLdb: какие ключевые слова использовать, как отфильтровать результаты по виду (КРС), признаку (устойчивость к маститу, количество соматических клеток), хромосоме.
2. Найдите 2–3 наиболее значимых QTL-локуса (например, на хромосоме 14, 18, 20) и гены-кандидаты (например, BoLA-DRB3, CXCR1).
3. Как интегрировать эту информацию в программу селекции: какие SNP-маркеры включить в панель для генотипирования, как интерпретировать результаты и использовать для отбора?

Кейс 6. Анализ больших данных и принятие решений Условие: На ферме внедрена система точного животноводства: датчики активности и руминации на каждой корове, автоматические весы, онлайн-анализатор молока в доильном зале. За месяц накоплено 15 000 записей. Необходимо выявить коров в охоте, коров с подозрением на кетоз и коров с началом мастита. Задание:

1. Опишите алгоритмы машинного обучения (классификация, кластеризация), которые можно применить для решения каждой задачи. Какие входные параметры (признаки) будут использоваться?
2. Как интегрировать эти данные с системой управления стадом для автоматического формирования списков коров для ветеринарного осмотра или осеменения?
3. Рассчитайте экономический эффект от внедрения PLF: снижение затрат на ветеринарию, рост удоев, улучшение воспроизводства (при условии, что система стоит 2 млн руб., а ежегодная экономия — 800 тыс. руб.).

3.1.4. Полный перечень вопросов к экзамену

Раздел 1. Теоретические основы моделирования селекционного процесса

1. Предмет, цели и задачи дисциплины. Роль моделирования в современном животноводстве.
2. Математические основы генетического прогресса: формула ΔG , ее компоненты.
3. Селекционный дифференциал (S) и интенсивность отбора (i): методы расчета.
4. Генерационный интервал: понятие, методы сокращения, влияние на темпы селекции.
5. Точность оценки племенной ценности (rPI): факторы, повышающие точность.
6. Кумулятивный эффект отбора и долгосрочное прогнозирование.
7. Многоцелевой отбор: принципы, учет генетических корреляций.

Раздел 2. Оптимизация подбора пар и управление генетическим разнообразием 8. Методы оптимального вклада (OCS): математические основы, алгоритмы. 9. Баланс между генетическим прогрессом и контролем инбридинга. 10. Матрицы родства и инбридинга: построение, интерпретация. 11. Эффективная численность популяции (N_e): методы расчета, пороговые значения. 12. Стратегии управления генетическим разнообразием в малых и

аборигенных популяциях. 13. Моделирование сценариев развития стада: типы моделей, интерпретация результатов.

Раздел 3. Специализированное программное обеспечение 14. Архитектура и функционал программы «Селэкс-Молоко»: структура базы данных, модули. 15. Работа в программе DairyComp 305: ввод данных, формирование отчетов. 16. Особенности программы Uniform-Agri: модули воспроизводства, продуктивности, генетики. 17. Расчет племенной ценности в программе SELEKS-Animal: алгоритмы, интерпретация. 18. Международные программы оценки: ZUCHTVALUE, MACE. 19. Сравнительный анализ отечественного и зарубежного ПО для управления стадом.

Раздел 4. Биоинформатические ресурсы и базы данных 20. Принципы работы с базой данных NCBI (GenBank, PubMed). 21. База данных Ensembl: геномы сельскохозяйственных животных. 22. База Animal QTLdb: поиск QTL-локусов. 23. Международная база Interbull: принципы международной оценки быков. 24. База данных WBFSH: рейтинги быков и коров. 25. ФГИС «Племенное животноводство» (РФ): структура, функционал. 26. Методы извлечения и экспорта данных из специализированных баз.

Раздел 5. Анализ больших данных, цифровизация и принятие решений 27. Концепция точного животноводства (PLF): технологии, датчики. 28. Источники больших данных (Big Data) в животноводстве. 29. Алгоритмы машинного обучения в животноводстве: типы моделей, задачи. 30. Применение нейронных сетей для прогнозирования продуктивности. 31. Цифровые двойники животных и стад: концепция, применение. 32. Селекционные индексы: принципы построения, взвешивание признаков. 33. Расчет экономической ценности признаков. 34. Национальные и международные селекционные индексы (TPI, NM\$, RZG). 35. Адаптация селекционных индексов к условиям конкретного хозяйства. 36. Моделирование генетического прогресса при геномной vs традиционной селекции. 37. Оптимизация подбора пар с использованием программных средств. 38. Анализ эффективности стратегий осеменения: молодые геномные быки vs проверенные. 39. Биоинформатический анализ результатов GWAS: интерпретация «Манхэттенских графиков». 40. Работа с данными полногеномного секвенирования: форматы файлов, инструменты. 41. Интеграция геномных данных с фенотипическими в программах управления стадом. 42. Валидация результатов селекционного моделирования. 43. Экономико-математическое моделирование эффективности селекционных программ. 44. Зарубежный опыт цифровизации селекции. 45. Перспективы развития моделирования селекционного процесса в России.

3.1.5. Примерные темы проектов

1. Моделирование генетического прогресса: Сравнительный анализ двух стратегий селекции (традиционная vs геномная) в молочном скотоводстве на горизонте 10 лет. Расчет кумулятивного эффекта и экономической выгоды.

2. Разработка селекционного индекса для конкретного хозяйства: Построение собственного экономического индекса с учетом региональных цен на продукцию и корма, расчет весов признаков и оценка его эффективности по сравнению с национальным индексом (например, RZG или TPI).

3. Оптимизация подбора пар методом OCS: Разработка плана спаривания для малочисленной племенной группы (50–100 голов) с целью максимизации генетического прогресса при жестком ограничении роста инбридинга ($\Delta F < 0,5\%$ за поколение).

4. Аудит генетического разнообразия стада: Анализ родословных данных реального или модельного стада, расчет коэффициентов инбридинга и эффективной численности популяции (N_e), выявление «узких мест» и разработка рекомендаций по сохранению генофонда.

5. Поиск и валидация маркеров устойчивости к заболеваниям: Работа с базой Animal QTLdb и NCBI: поиск QTL-локусов и генов-кандидатов, ассоциированных с устойчивостью

к маститу/лейкозу у КРС. Разработка протокола внедрения маркер-вспомогательной селекции (MAS) в хозяйстве.

6. Сравнительный анализ ПО управления стадом: Детальное сравнение функционала программ «Селэкс-Молоко» и DairyComp 305 (или Uniform-Agri) по ключевым модулям (генетика, воспроизводство, аналитика). Рекомендации по выбору ПО для хозяйства определенного типа и размера.

7. Интеграция данных точного животноводства (PLF): Разработка алгоритма принятия решений на основе потоковых данных с датчиков активности и руминации. Моделирование системы раннего выявления охоты или субклинических заболеваний с использованием методов машинного обучения (на примере открытых датасетов).

8. Анализ международной оценки быков (Interbull): Исследование принципов расчета международных индексов (MACE). Сравнение рейтингов топ-быков голштинской породы по данным Interbull и национальных оценках разных стран. Оценка влияния среды на ранжирование производителей.

9. Стратегия сохранения аборигенной породы: Разработка комплексной программы сохранения генетического разнообразия редкой породы (на примере якутского скота, романовской овцы или другой локальной породы). Включение элементов *in situ* разведения, криоконсерсии и контролируемого скрещивания.

10. Экономико-математическая модель эффективности селекции: Расчет точки безубыточности и ROI (возврата инвестиций) от внедрения геномной селекции в племенном хозяйстве. Учет затрат на генотипирование, содержание молодняка и ожидаемой прибавки продуктивности.

Биоинформатический анализ GWAS-исследования: Интерпретация результатов полногеномного поиска ассоциаций (на примере открытой научной статьи). Построение и анализ «Манхэттенского графика», идентификация значимых SNP и кандидатов в гены.

11. Цифровой двойник животного: Концептуальная разработка модели «цифрового двойника» лактирующей коровы. Определение входных параметров (генотип, фенотип, данные сенсоров, рацион) и прогнозируемых выходных показателей (удой, здоровье, срок выбраковки).

3.1.6. Методические материалы

Устные опросы проводятся на усмотрение преподавателя в начале практического занятия в течении 10-15 минут и оцениваются по четырём бальной шкале.

Требования к выполнению мини-проекта: Объем: 10–15 страниц текста + приложения (расчеты, скриншоты из ПО, графики). Структура: Введение (цель, задачи), Обзор литературы/методов, Практическая часть (расчеты, анализ данных, работа в ПО), Результаты и обсуждение, Выводы, Список литературы. Защита: Презентация (5–7 минут) с демонстрацией ключевых результатов и ответов на вопросы. Критерии оценки: Глубина проработки темы и использование актуальных источников. Корректность примененных математических и генетических методов. Качество работы с программным обеспечением и базами данных. Логичность выводов и практическая значимость предложенных решений. Качество презентации и умение отвечать на вопросы.

Порядок проведения коллоквиумов, устных опросов, практических задач дан в Приложении № 2 к положению ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся». Контроль за успеваемостью обучающихся осуществляется в соответствии с ПВД-20 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся».

Условия и порядок проведения экзамена даны в Приложении № 2 к положению ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»