

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комарова Светлана Юриевна

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата подписания: 06.07.2026 06:26:42

Уникальный программный ключ:

43ba42f5dea40c0b0b19a0c6a4320a99119011

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»**

Факультет Зоотехнии, товароведения и стандартизации

ОПОП по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине**

Б1.В.ДВ.02.01 «Современные методы генетики в животноводстве»

Направленность (профиль) «Биотехнология и биоинформатика»

Обеспечивающая преподавание дисциплины кафедра - Разведения и генетики
сельскохозяйственных животных

Разработчик,
Ст. преп.

Н.В. Маркина

ВВЕДЕНИЕ

1. Фонд оценочных средств по дисциплине является обязательным обособленным приложением к Рабочей программе.

2. Фонд оценочных средств является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися указанной дисциплины.

3. При помощи ФОС осуществляется контроль и управление процессом формирования обучающимися компетенций, из числа предусмотренных ФГОС ВО в качестве результатов освоения дисциплины.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине включает в себя: оценочные средства, применяемые для входного контроля; оценочные средства, применяемые в рамках индивидуализации выполнения и контроля фиксированных видов ВАРС; оценочные средства, применяемые для текущего контроля и оценочные средства, применяемые при промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины.

5. Разработчиками фонда оценочных средств по дисциплине являются преподаватели кафедры – Разведения и генетики сельскохозяйственных животных, обеспечивающей изучение обучающимися дисциплины в университете. Содержательной основой для разработки ФОС послужила Рабочая программа дисциплины.

1. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ

учебной дисциплины модуля, персональный уровень достижения которых проверяется с использованием представленных в п. 3 оценочных средств

Компетенции, в формировании которых задействована дисциплина		Код и наименован ие индикатора достижений компетенции	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)		
код	наименование		знать и понимать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1			2	3	4
Профессиональные компетенции					
ПК-4	Способен выполнять молекулярно-генетические исследования биологического материала сельскохозяйственных животных и интерпретировать результаты	ИД-3 _{ПК-4} Управляет процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Знает и понимает, как управлять процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Умеет управлять процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Владеет навыками управления процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных.

ЧАСТЬ 2. ОБЩАЯ СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ХОДА И РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Общие критерии оценки и реестр применяемых оценочных средств

2.1 Обзорная ведомость-матрица оценивания хода и результатов изучения дисциплины в рамках педагогического контроля

Категория контроля и оценки	Режим контрольно-оценочных мероприятий				
	само-оценка	взаимо-оценка	Оценка со стороны		Комиссионная оценка
			преподавателя	представителя производства	
	1	2	3	4	5
Индивидуализация выполнения*, контроль фиксированных видов ВАРС:					
Реферат	Требования к созданию реферата	Оценивание в группе на семинаре	Прием и оценивание		
Текущий контроль:					

-- Самоподготовка к аудиторным занятиям	ответы на вопросы для самоподготовки				
- в рамках практических (семинарских) занятий и подготовки к ним	ответы на вопросы для самоподготовки		Прием и оценивание		
- в рамках общеуниверситетской системы контроля успеваемости			Прием и оценивание		
Промежуточная аттестация* обучающихся по итогам изучения дисциплины			Прием и оценивание		
* данным знаком помечены индивидуализируемые виды учебной работы					

2.2 Общие критерии оценки хода и результатов изучения учебной дисциплины

1. Формальный критерий получения обучающимися положительной оценки по итогам изучения дисциплины:	
1.1 Предусмотренная программа изучения дисциплины обучающимся выполнена полностью до начала процесса промежуточной аттестации	1.2 По каждой из предусмотренных программой видов работ по дисциплине обучающийся успешно отчитался перед преподавателем, демонстрируя при этом должный (не ниже минимально приемлемого) уровень сформированности элементов компетенций
2. Группы неформальных критериев качественной оценки работы обучающегося в рамках изучения дисциплины:	
2.1 Критерии оценки качества хода процесса изучения обучающимся программы дисциплины (текущей успеваемости)	2.2. Критерии оценки качества выполнения конкретных видов ВАРС
2.3 Критерии оценки качественного уровня итоговых результатов изучения дисциплины	2.4. Критерии аттестационной оценки качественного уровня результатов изучения дисциплины

2.3 РЕЕСТР элементов фонда оценочных средств по учебной дисциплине

Группа оценочных средств	Оценочное средство или его элемент
	Наименование
1	2
1. Средства для входного контроля	Вопросы для проведения входного контроля
	Критерии оценки ответов на вопросы входного контроля
2. Средства для индивидуализации выполнения, контроля фиксированных видов ВАРС	Перечень тем для написания реферата
	Процедура выбора темы студентом
	Вопросы для самостоятельного изучения тем
	Общий алгоритм самостоятельного изучения темы
	Критерии оценки самостоятельного изучения темы
3. Средства для текущего контроля	Вопросы для самоподготовки по темам семинарских занятий
	Критерии оценки самоподготовки по темам семинарских занятий
4. Средства для промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины	Вопросы для проведения итогового контроля (экзамена)
	Экзаменационная программа по учебной дисциплине
	Пример экзаменационного билета
	Плановая процедура проведения экзамена
	Критерии оценки ответов на вопросы итогового контроля

2.4 Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

2.1. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и статус формирования компетенции в рамках дисциплины								
Индекс и название компетенции	Код индикатора достижений компетенции	Индикаторы компетенции	Показатель оценивания – знания, умения, навыки (владения)	Уровни сформированности компетенций				Формы и средства контроля формирования компетенций
				компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий	
				Оценки сформированности компетенций				
				2	3	4	5	
				Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»	
				Характеристика сформированности компетенции				
				Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) 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	
Критерии оценивания								
ПК-4 Способен выполнять молекулярно-генетические исследования биологического материала сельскохозяйственных животных и	ИД-ЗПК-4 Управляет процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий	Полнота знаний	Знает и понимает, как управлять процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Не знает и понимает, как управлять процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Поверхностно знает и понимает, как управлять процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Уверенно ориентируется как управлять процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Успешно как управляет процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Реферат, опрос, экзамен

интерпретировать результаты	животных	Наличие умений	Умеет управлять процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Не умеет управлять процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Способен управлять простыми процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Уверенно управляет процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Свободно и творчески управляет процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	
		Наличие навыков (владение опытом)	Владеет навыками управления процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных.	Не владеет навыками управления процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Умеет выполнять управлять простыми процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Корректно управляет процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	Уверенно управляет процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных	

ЧАСТЬ 3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Часть 3.1. Типовые контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

3.1.1 Средства для индивидуализации выполнения, контроля фиксированных видов ВАРС

Перечень примерных тем рефератов

1. Эволюция методов генетического анализа в животноводстве: от менделевских законов к постгеномным технологиям.
2. Сравнительная характеристика «омиксных» технологий (геномика, транскриптомика, протеомика, метаболомика) и их роль в современном животноводстве.
3. Структурные варианты генома (CNV, SNV, инверсии) как источники фенотипического разнообразия у сельскохозяйственных животных.
4. Биобанки ДНК и РНК племенных животных: принципы создания, хранения и использования в селекционных программах.
5. Микросателлитные маркеры (SSR) vs. однонуклеотидные полиморфизмы (SNP): сравнительная эффективность для паспортизации и оценки генетического разнообразия.
6. Полимеразная цепная реакция в реальном времени (qPCR) в генодиагностике: принципы, применение, ограничения.
7. Секвенирование нового поколения (NGS) в животноводстве: платформы, протоколы, области применения (whole-genome, whole-exome, targeted sequencing).
8. Высокоплотные ДНК-чипы (SNP arrays): устройство, плотность покрытия, выбор оптимальной панели для разных видов животных.
9. Неравновесное сцепления (Linkage Disequilibrium) и его значение для геномной селекции и поиска QTL.
10. RNA-Seq как инструмент анализа экспрессии генов: выявление генов-кандидатов, связанных с продуктивностью и устойчивостью к заболеваниям.
11. Роль микроРНК (miRNA) в регуляции развития и продуктивных качеств сельскохозяйственных животных.
12. Эпигенетические механизмы (метилирование ДНК, модификации гистонов) и их влияние на фенотипическую изменчивость в животноводстве.
13. Трансгенерационное эпигенетическое наследование у сельскохозяйственных животных: экспериментальные данные и практические импликации.
14. Протеомные технологии в оценке качества мяса и молока: методы и перспективы внедрения.
15. Стратегии картирования количественных признаков (QTL) у животных: дизайн экспериментов на F2-популяциях и полусибсовых семействах.
16. Полногеномный поиск ассоциаций (GWAS): статистические модели, коррекция на множественное тестирование, интерпретация Манхэттенских графиков.
17. От QTL к QTN: методы функциональной аннотации значимых локусов, выявленных в GWAS.
18. GWAS для признаков молочной продуктивности крупного рогатого скота: история открытия гена DGAT1 и современных подходов.
19. GWAS для мясных качеств свиней: выявление маркеров, ассоциированных с толщиной шпика, мраморностью и нежностью мяса.
20. Маркер-опосредованная селекция (MAS): принципы, успехи и ограничения при работе с полигенными признаками.
21. Гены с крупным эффектом в животноводстве: RYR1 (галотановый ген у свиней) и MSTN (миостатин) – механизмы действия и селекционное использование.
22. Геномная селекция (Genomic Selection): парадигма «оцени всех по всем маркерам» и отличие от традиционных подходов.
23. Референсная популяция в геномной селекции: требования к размеру, составу и методам валидации.
24. Методы расчета геномной племенной ценности (GEBV): GBLUP, Bayesian методы (Bayes A, Bayes B, Bayes Cπ) – сравнительная характеристика.
25. Геномная селекция в молочном скотоводстве: ранний отбор быков-производителей и экономический эффект сокращения интервала генерации.
26. Геномная селекция в свиноводстве: селекция на устойчивость к болезням и улучшение качества мяса.
27. Цифровые платформы для мультиомиксных данных в животноводстве (на примере SwineTSS_Russia и аналогичных ресурсов).

28. Трансгенные животные как биореакторы: получение фармацевтических белков в молоке – достижения и перспективы.
29. Клонирование методом переноса ядра соматических клеток (SCNT): история, методика, проблемы репрограммирования и эпигенетические ошибки.
30. Редактирование генома CRISPR/Cas9: механизм работы, типы редактирования (нокаут, нокин), преимущества перед традиционными методами.
31. Редактирование генома сельскохозяйственных животных в целях устойчивости к болезням: проект по созданию устойчивых к АЧС свиней (ген CD163).
32. Редактирование гена миостатина (MSTN) для увеличения мышечной массы у мясных пород: успехи, проблемы и плейотропные эффекты.
33. Получение комолого крупного рогатого скота методами геномного редактирования (аллель Polled): этические и технологические аспекты.
34. Генетическая паспортизация животных с использованием микросателлитных наборов (ISAG-панели) и SNP-маркеров.
35. ДНК-дактилоскопия в животноводстве: методы установления отцовства, идентификации личности и контроля происхождения.
36. Молекулярная диагностика наследственных заболеваний сельскохозяйственных животных (BLAD, CVM у голштинов, галотановый синдром у свиней и др.).
37. Стратегии элиминации носителей наследственных аномалий из племенного стада: выбраковка vs. вязки с проверенными производителями.
38. Этические и правовые аспекты использования трансгенных и генно-редактированных животных в России и мире.
39. Сравнительный анализ программ геномной селекции в разных странах: опыт Новой Зеландии, США, стран ЕС и России.
40. Проблема инбридинга в высокопродуктивных породах (на примере голштинского скота): геномные методы контроля (ROH-сегменты).
41. Геномные методы сохранения генетического разнообразия локальных и малочисленных пород сельскохозяйственных животных.
42. Интеграция GWAS, геномной селекции и редактирования генома в единую систему управления наследственностью в животноводстве.
43. Перспективы использования искусственного интеллекта и машинного обучения в геномном прогнозе племенной ценности.
44. Тема, предложенная студентом и согласованная с преподавателем.

Основные правила оформления рефератов

Рефераты относятся к индивидуальным заданиям, которые рассматриваются как самостоятельный вид письменной работы.

1. Требования к структуре рефератов

Структура рефератов и контрольных работ должна содержать:

- Титульный лист (титульный лист является первой страницей реферата);
- Содержание (содержание включает: введение; наименования всех разделов, подразделов, пунктов и подпунктов основной части задания; выводы; библиографический список);
- Введение (во введении кратко формулируется проблема, указывается цель и задачи реферата);
- Основная часть (состоит из нескольких разделов, в которых излагается суть реферата);
- Выводы или Заключение (в выводах приводят оценку полученных результатов работы, предлагаются рекомендации);
- Библиографический список источников информации (содержит перечень источников, на которые ссылаются в основной части реферата).

2. Требования к оформлению рефератов

К оформлению рефератов предъявляются следующие требования:

- рефераты оформляют на листах формата А4 (210х297), текст печатается на одной стороне листа через полтора интервала;
- параметры шрифта: гарнитура шрифта - Times New Roman, начертание - обычный, кегль шрифта - 14 пунктов, цвет текста – авто (черный);
- параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки -12,5 мм, межстрочный интервал - Полуторный;
- поля страницы для титульного листа: верхнее и нижнее поля – 20 мм; правое и левое поля – 15 мм;
- поля всех остальных страниц: верхнее и нижнее поля – 20 мм, размер левого поля 30 мм, правого – 15 мм;

- на титульном листе указывается название образовательного учреждения, тема реферата, название учебного курса, номер группы, форма и курс обучения, Ф.И.О. автора, Ф.И.О. научного руководителя (проверяющего), место и год выполнения работы;
- каждую структурную часть необходимо начинать с нового раздела со следующей страницы;
- страницы нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Порядковый номер ставят вверху страницы, справа;
- нумерация страниц начинается с титульного листа, но на титульном листе и на странице «Содержание» номер страницы не указывается, нумерация указывается с цифры 3 (с третьей страницы);
- текст основной части индивидуальных заданий разбивают на разделы, подразделы, пункты и подпункты;
- разделы, подразделы, пункты, подпункты нумеруют арабскими цифрами;
- разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах излагаемого материала и обозначаться арабскими цифрами, в конце номера раздела ставят точку (например, 1.);
- подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точку не ставят, например: «1.1»;
- пункты нумеруют в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из порядкового номера раздела, подраздела, пункта, между цифрами и в конце номера точку не ставят, например: «1.1.2»;
- подпункты нумеруют в пределах каждого пункта и в конце номера точку не ставят (например, 1.1.2.1);
- заголовки (заголовки 1 уровня) каждой структурной части индивидуального задания (например, содержание, введение и т.д.) и заголовки разделов основной части следует располагать в середине строки и печатать прописными буквами без подчеркивания;
- заголовки подразделов, пунктов и подпунктов следует начинать с абзацного отступа и печатать строчными буквами, кроме первой. Точка в конце заголовка не ставится
- иллюстрации (рисунки, схемы, графики) и таблицы, которые размещаются на отдельных страницах, включают в общую нумерацию страниц;
- иллюстрации необходимо помещать непосредственно после первого упоминания о них в тексте или на следующей странице;
- графические материалы рекомендуется сохранять в форматах: .bmp, .dib, .tif, .gif;
- таблица располагается непосредственно после текста, в котором она упоминается в первый раз или на следующей странице;
- таблицы нумеруют арабскими цифрами по порядку;
- примечания помещают в тексте при необходимости пояснения содержания текста, таблицы или иллюстрации;
- пояснения к отдельным данным, приведенным в тексте или таблицах, допускается оформлять сносками;
- формулы и уравнения располагают непосредственно после их упоминания в тексте, посередине страницы;
- в индивидуальном задании могут быть указаны ссылки на используемую литературу;
- ссылки на источники следует указывать в квадратных скобках, например: [1 – 3], где 1 - 3 порядковый номер источников, указанных в списке источников информации;
- список источников информации размещают в порядке появления источника в тексте, в алфавитном порядке фамилий авторов или заголовков и в хронологическом порядке.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

– «зачтено» по реферату присваивается за глубокое раскрытие темы, качественное оформление работы, содержательность доклада и презентации;

– «не зачтено» по реферату присваивается за слабое и неполное раскрытие темы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы и ответов на вопросы.

При оценивании реферата «не зачтено» он должен быть переделан в соответствии с полученными замечаниями и сдан на проверку заново не позднее срока окончания приёма рефератов.

3.1.2 Средства для текущего контроля

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы

«История развития генетических методов в животноводстве: ключевые открытия и их влияние на практику селекции»

- 1) Первый этап: от Mendel к Morgan — как «факторная» генетика изменила представления о наследовании и создала фундамент для селекции животных
- 2) Второй этап: количественная генетика и её роль в создании современных пород (от Fisher к Lush)
- 3) Третий этап: геномная эра — от ДНК-маркеров к Genomic Selection

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы

«Количественная ПЦР с обратной транскрипцией (RT-qPCR): анализ экспрессии генов»

- 1) Принцип работы RT-qPCR: от РНК к количественным данным о экспрессии генов.
- 2) Методы детекции: SYBR Green vs. TaqMan зонды — преимущества и ограничения
- 3) Нормализация и выбор референсных генов: почему GAPDH и ACTB не всегда подходят?

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы

«Правовое регулирование генно-редактированных животных в мире: сравнительный анализ»

- 1) США: модель риск-ориентированного регулирования на примере FDA — категории IGA (Intentional Genomic Alterations)
- 2) Европейский Союз и Швейцария: модель предосторожности и роль благополучия животных
- 3) Новые регулирующие юрисдикции: Япония, Бразилия, Аргентина — альтернативные модели мягкого регулирования

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы

«Генетические карты: типы, методы построения, разрешение»

- 1) Генетические карты сцепления (Linkage Maps): принципы построения, единицы измерения и разрешающая способность
- 2) Физические карты генома: типы (цитогенетические, RH-карты, рестрикционные), методы построения и разрешение
- 3) Сравнительный анализ генетических и физических карт: различия в методологии, разрешении и практическом применении в животноводстве

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы

«Альтернативные методы геномного прогноза: машинное обучение (Random Forest, SVM, Neural Networks)»

- 1) Сравнительный анализ семейств методов машинного обучения для геномной селекции: регулярная регрессия, ансамблевые методы, методы на основе экзemplаров и глубокое обучение
- 2) Преимущества и ограничения методов машинного обучения по сравнению с классическим GBLUP в геномной селекции животных
- 3) Проблема переобучения (overfitting) в машинном обучении для геномной селекции и стратегии её предотвращения

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения темы

«Создание животных-моделей для биомедицинских исследований (свиньи как модель человека)»

- 1) Ксенотрансплантация: почему свинья — лучший донор органов для человека и какие генетические модификации необходимы?.
- 2) Моделирование раковых заболеваний на свиньях: чем свинья лучше мыши для онкологических исследований?
- 3) Регенеративная медицина и стволовые клетки: как свиные модели помогают изучать LGR5+ стволовые клетки?

ОБЩИЙ АЛГОРИТМ

самостоятельного изучения темы

- 1) Ознакомиться с рекомендованной учебной литературой и электронными ресурсами;
- 2) На этой основе составить развёрнутый план изложения темы
- 3) Оформить отчётный материал в виде доклада или электронной презентации (по выбору студента) и выступить с ним на семинарском занятии.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ самостоятельного изучения темы

- «зачтено» выставляется студенту, если он ясно, четко, логично и грамотно излагает тему: дает определение основным понятиям с позиции разных авторов, приводит практические примеры по изучаемой теме, четко излагает выводы, соблюдает заданную форму изложения;

- «не зачтено» выставляется студенту, если он не соблюдает требуемую форму изложения, не выделяет основные понятия и не представляет практические примеры.

ВОПРОСЫ

для проведения входного контроля

1. Что такое кариотип? Какой набор хромосом имеют соматические и половые клетки сельскохозяйственных животных?
2. Назовите фазы митоза. В какой фазе происходит репликация ДНК?
3. Сколько делений включает мейоз и какой набор хромосом имеют клетки, образующиеся в результате мейоза?
4. Что такое кроссинговер и в какой стадии мейоза он происходит?
5. Назовите мужскую и женскую половые клетки у животных. Какой набор хромосом они имеют?
6. Сформулируйте основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана.
7. Что такое генетическая карта хромосомы и на основании каких данных она составляется?
8. В чём различие между аутосомами и половыми хромосомами? Какие типы определения пола существуют у млекопитающих и птиц?
9. Сформулируйте первый закон Менделя (закон единообразия гибридов первого поколения). Приведите пример из животноводства.
10. Сформулируйте второй закон Менделя (закон расщепления). Какое соотношение фенотипов наблюдается во втором поколении при полном доминировании?
11. Что такое анализирующее скрещивание и для каких целей его используют в селекции?
12. В чём различие между гомозиготной и гетерозиготной особью? Сколько типов гамет они образуют?
13. Какие типы взаимодействия аллельных генов вам известны? Приведите пример неполного доминирования.
14. Что такое множественные аллели? Приведите пример (системы групп крови у животных).
15. Назовите типы взаимодействия неаллельных генов (комплементарность, эпистаз, полимерия).
16. Какие признаки называются количественными и какие гены их контролируют?
17. Что такое наследуемость (h^2) и для каких признаков она высока?
18. Назовите основные формы гетерозиса и объясните его причины.
19. Назовите структурные особенности ДНК и РНК. Какие азотистые основания входят в их состав?
20. Какие учёные и когда открыли строение ДНК? Сформулируйте правило комплементарности.
21. Что такое ген с точки зрения молекулярной биологии? Какие классы генов вам известны?
22. Что такое транскрипция? Где и как происходит этот процесс?
23. Что такое трансляция? Какие типы РНК участвуют в синтезе белка?
24. Что такое генетический код? Перечислите его основные свойства (триплетность, вырожденность, универсальность).
25. Что такое сплайсинг и для каких генов он характерен?
26. Что такое мутация? Назовите классификацию мутаций по уровню возникновения (генные, хромосомные, геномные).
27. Что такое точечная мутация и каковы её возможные последствия для белкового продукта?
28. Назовите известные вам мутагены (физические, химические, биологические).
29. Что такое полиплоидия и анеуплоидия? Приведите примеры у животных.
30. Что такое инбредная депрессия и каковы её причины?
31. Что такое популяция и чем она отличается от чистой линии?
32. Назовите основные параметры, характеризующие генетическую структуру популяции (частота аллелей, частота генотипов).
33. Сформулируйте закон Харди-Вайнберга. Какие условия необходимы для его выполнения?
34. Какие факторы могут изменить генетическую структуру популяции (мутации, отбор, миграции, дрейф генов)?
35. Что такое генетический груз популяции? Каковы его источники?
36. Как влияет инбридинг на частоту гомозигот в популяции?
37. Что такое коэффициент наследуемости и как он рассчитывается?

38. Что такое эффективная численность популяции (N_e) и почему она важна для сохранения генетического разнообразия?
39. Что такое биотехнология и какова её роль в современном животноводстве?
40. Что такое ДНК-маркеры? Какие типы маркеров вы знаете (микросателлиты, SNP)?
41. Что такое генетическая паспортизация животных и для каких целей она используется?
42. Что такое полимеразная цепная реакция (ПЦР) и для чего она нужна?
43. Что такое трансгенные животные и как их получают?
44. Что такое клонирование животных (метод SCNT)? Какое животное было первым клонировано?
45. Какие задачи решает вариационная статистика в биологических исследованиях?
46. Что такое средняя арифметическая величина и как она рассчитывается?
47. Что такое среднее квадратическое отклонение (σ) и что оно характеризует?
48. Что такое коэффициент вариации (C_v) и в каких случаях его применяют?
49. Что такое статистическая ошибка средней арифметической (m) и как она интерпретируется?
50. Что такое коэффициент корреляции и в каких пределах он варьирует?

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

ответов на вопросы входного контроля

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопрос раскрыт, во время дискуссии высказывается собственная точка зрения на обсуждаемую проблему, демонстрируется способность аргументировать доказываемые положения и выводы.
- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся не способен доказать и аргументировать собственную точку зрения по вопросу, не способен сослаться на мнения ведущих специалистов по обсуждаемой проблеме.

Средства для текущего контроля

ВОПРОСЫ

для самоподготовки к занятиям

Тема 1. Расчёт генетических дистанций и кластерный анализ

1. Теоретические основы расчёта генетических дистанций и методы кластерного анализа в популяционной генетике
2. Практическая интерпретация дендрограмм пород сельскохозяйственных животных

Тема 2. Анализ неравновесного сцепления (LD)

1. Расчёт и интерпретация основных показателей LD: коэффициенты D , D' и r^2
2. Построение и интерпретация графиков затухания LD с расчётом эффективного размера популяции (N_e)

Тема 3. Выделение ДНК из биологического материала

1. Сравнительная характеристика и оптимизация методов выделения ДНК из разных видов биоматериала (кровь, сперма, выщип ткани, шерсть)
2. Оценка качества и количества выделенной ДНК с помощью спектрофотометрии и гель-электрофореза. Контроль контаминации в ПЦР-лаборатории

Тема 4. Подбор праймеров для ПЦР

1. Критические параметры праймеров
2. Какую особенность наследования и проявления признаков, сцепленных с полом, имеет гетерогаметный пол?

Тема 5. Постановка ПЦР и электрофорез (ПЦР-ПДРФ).

1. Конструирование ПЦР-смеси и программирование амплификатора: компоненты, концентрации, температурный профиль.
2. Рестрикционный анализ (ПЦР-ПДРФ): выбор эндонуклеазы, постановка рестрикции и интерпретация электрофоретических профилей генотипов.

Тема 6. Сиквенс-анализ: поиск мутаций

1. Оценка качества хроматограммы: Phred Quality Score, шумовые пики и тримминг последовательности
2. Идентификация мутаций по хроматограмме: гомозиготы, гетерозиготы (двойные пики) и делеции/вставки

Тема 7. Основы программирования в R для генетического анализа

1. Структуры данных в R: векторы, датафреймы, тибблы и их роль в представлении генетической информации.
2. Визуализация и манипуляция данными в R с использованием пакетов ggplot2 и dplyr

Тема 8. Интерпретация результатов GWAS.

1. Визуализация результатов GWAS: Манхэттенский график, QQ-график и их интерпретация
2. Пост-GWAS анализ: от ассоциации к функции

Тема 9. Анализ научной статьи

1. Композиция и методологическая структура научной статьи: от формулировки проблемы до дизайна эксперимента
2. Критический анализ и интерпретация научных результатов: оценка достоверности и практической значимости

Тема 10. Расчёт племенной ценности (BLUP)

1. Теоретические основы BLUP: от задачи к решению
2. Практическая интерпретация результатов BLUP в селекции

Тема 11. Геномный отбор производителей

1. От традиционного отбора к геномной оценке: изменение концепции расчёта племенной ценности и интервала между поколениями
2. Практическая интерпретация GEBV: индексы, точность и принятие селекционных решений

Тема 12. Моделирование селекционной программы

1. Формализация селекционной программы в ZPLAN: от биологических параметров к математической модели
2. Экономика селекции: Расчёт дисконтированной прибыли и ROI (Возврат инвестиций)

Тема 13. Геномная селекция в России: первые результаты

1. Масштаб и инфраструктура: от биобанка к каталогу ассоциаций
2. Экономические эффекты и практическое внедрение

Тема 14. Фармакогенетика и выбраковка носителей

1. Генетический мониторинг: идентификация летальных гаплотипов и мутаций у крупного рогатого скота
2. Стратегии управления: выбраковка носителей и динамика частоты летальных аллелей

Тема 15. Проблема инбридинга в голштинской породе

1. Методология оценки инбридинга: традиционный подход (Fx) и геномные методы (FROH, ROH-анализ)
2. Влияние инбридинга на продуктивность и выживаемость голштинского скота

Тема 16. Этика геномного редактирования

1. Этические коллизии геномного редактирования: благополучие животных vs. «технологический фикс» и концепция «disenhancement»
2. Нормативно-правовое регулирование и социальная ответственность: международные и российские подходы

Тема 17. Генетическая экспертиза происхождения мяса

1. Видовая идентификация в мясной продукции: от ДНК-баркодинга до количественных PCR-методов
2. Индивидуальная идентификация: STR-профилирование мяса и его прослеживаемость до туши

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ самоподготовки по темам занятий

- оценка «*зачтено*» выставляется, если студент на основе самостоятельного изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Владеет методиками при решении практических задач.

- оценка «*не зачтено*» выставляется, если студент неаккуратно оформил отчетный материал в виде реферата на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Затрудняется решать практические задачи.

3.1.5. Средства для промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

ВОПРОСЫ для подготовки к итоговому контролю

Вопросы и задания к экзамену

по дисциплине **«Современные методы генетики в животноводстве»**

1. Современная парадигма генетики в животноводстве. Эволюция методов: от менделевской генетики к геномике и постгеномным технологиям. Понятие «омиксных» технологий (геномика, транскриптомика, протеомика, метаболомика).
2. Структура генома сельскохозяйственных животных. Кодировующие и некодирующие участки. Типы повторяющихся элементов. Структурные варианты генома (SNV, CNV, инверсии) и их роль в фенотипическом разнообразии.
3. Генетические маркеры: понятие и классификация. Типы маркеров: RFLP, микросателлиты (SSR), SNP. Их преимущества и ограничения. Сравнительная характеристика.
4. Полиморфизм ДНК. Природа SNP (синонимичные, несинонимичные, миссенс-мутации). Понятие гаплотида и неравновесного сцепления (Linkage Disequilibrium, LD). Значение LD для геномной селекции.
5. Методы генотипирования. ПЦР в реальном времени (qPCR) для генодиагностики. Секвенирование по Сэнгеру vs. NGS (Next Generation Sequencing): сравнительная характеристика.
6. Высокоплотные ДНК-чипы (SNP arrays). Устройство, принцип сканирования, плотность покрытия. Применение для геномной селекции и GWAS.
7. Создание и использование биобанков ДНК и РНК племенных животных. Принципы формирования, хранения и использования в селекционных программах.
8. Транскриптомика и её применение в животноводстве. RNA-Seq: принцип метода, анализ экспрессии генов. Выявление генов-кандидатов, связанных с продуктивностью.
9. МикроРНК (miRNA) как регуляторы развития и продуктивных качеств. Механизмы действия, роль в регуляции экспрессии генов.
10. Эпигенетика и её значение для животноводства. Механизмы эпигенетической регуляции: метилирование ДНК, модификации гистонов. Геномный импринтинг. Трансгенерационное эпигенетическое наследование.
11. Протеомика и метаболомика в оценке качества продукции животного происхождения. Основные методы анализа, применение для контроля качества мяса и молока.
12. QTL-картирование: понятие, методы и значение. Стратегии поиска QTL (Quantitative Trait Loci): анализ сцепления (linkage analysis) и ассоциативный анализ. Отличие QTL от QTN.
13. GWAS – полногеномный поиск ассоциаций. Статистические модели, коррекция на множественное тестирование. Манхэттенские графики и их интерпретация.
14. Интерпретация результатов GWAS. Выявление значимых SNP, функциональная аннотация локусов. Примеры GWAS для признаков молочной и мясной продуктивности.
15. Генетические карты: типы и методы построения. Генетические карты сцепления (linkage maps) и физические карты. Единицы измерения (cM), разрешающая способность. Интегрированные карты.
16. Маркер-опосредованная селекция (MAS). Принципы, успехи и ограничения. Гены с крупным эффектом: RYR1 (галотановый ген у свиней), MSTN (миостатин у КРС).
17. Геномная селекция (Genomic Selection). Парадигма «оцени всех по всем маркерам». Референсная популяция и валидация. Отличие от традиционных методов селекции.
18. Методы расчёта геномной племенной ценности (GEBV). GBLUP, Bayesian методы (Bayes A, Bayes B, Bayes Ст). Сравнительная характеристика.
19. Практика геномной селекции в молочном скотоводстве. Ранний отбор быков-производителей. Сокращение интервала генерации. Экономическая эффективность.
20. Применение геномных методов в свиноводстве и птицеводстве. Селекция на устойчивость к болезням, качество мяса, конверсию корма.
21. Цифровые платформы для мультиомиксных данных и международные базы генетических данных. Организация работы с геномными данными в селекционных центрах.
22. Методы получения трансгенных животных. Микроинъекция в пронуклеус. Использование трансгенных животных как биореакторов. Этические и правовые аспекты.
23. Клонирование животных методом SCNT. История (овца Долли), методика, проблемы репрограммирования. Практическое применение в животноводстве.
24. Редактирование генома CRISPR/Cas9. Механизм работы (gRNA + белок Cas9). Типы редактирования: нокаут (KO), нокин (KI).
25. Практические проекты редактирования генома. Устойчивость к АЧС у свиней (ген CD163), комолость (аллель Polled), проблема плейотропных эффектов (гены MSTN).
26. Генетическая паспортизация и ДНК-дактилоскопия. Микросателлитные наборы (ISAG-панели) для установления отцовства и идентификации животных. Генетическая экспертиза племенных

животных.

27. Молекулярная диагностика наследственных заболеваний. BLAD, CVM у голштинов. Стратегии элиминации носителей. Правовое регулирование генно-редактированных животных в РФ и мире.
28. Популяционная генетика в современном животноводстве. Закон Харди-Вайнберга, его использование для анализа генетической структуры популяций. Расчёт частот аллелей и генотипов.
29. Наследуемость и методы её оценки. Коэффициент наследуемости (h^2) и его использование в селекции. Биометрические методы обработки генетических данных.
30. Гетерозис и инбридинг. Определение, генетические гипотезы гетерозиса. Коэффициент инбридинга, инбредная депрессия. Практическое применение в животноводстве.
31. Методы BLUP и геномной оценки. Принципы BLUP, матрица родства. ssGBLUP для объединения генотипированных и негенотипированных животных.
32. Планирование молекулярно-генетического исследования для селекционных целей. Выбор маркеров (SNP vs. микросателлиты), дизайн выборки, статистическая обработка результатов.
33. Разработка программы геномной селекции для конкретного вида животных. Этапы: формирование референсной популяции, генотипирование, оценка GEBV, отбор производителей.
34. Экономическая эффективность внедрения ДНК-технологий в племенное животноводство. Расчёт окупаемости геномной селекции (ROI). Примеры из практики.
35. Проблема генетического разнообразия и управления инбридингом. Геномные методы контроля (ROH-сегменты). Сохранение локальных пород.

ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»
Кафедра разведения и генетики сельскохозяйственных животных

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

по дисциплине

«Современные методы генетики в животноводстве»

1. Современная парадигма генетики в животноводстве. Эволюция методов: от менделевской генетики к геномике и постгеномным технологиям. Понятие «омиксных» технологий (геномика, транскриптомика, протеомика, метаболомика).
2. Маркер-опосредованная селекция (MAS). Принципы, успехи и ограничения. Гены с крупным эффектом: RYR1 (галотановый ген у свиней), MSTN (миостатин у КРС).
3. Планирование молекулярно-генетического исследования для селекционных целей. Выбор маркеров (SNP vs. микросателлиты), дизайн выборки, статистическая обработка результатов.

ПЛАНОВАЯ ПРОЦЕДУРА

Проведения экзамена

Форма аттестации обучающихся – **экзамен**. Подготовка к экзамену и сдача экзамена осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на экзаменационную сессию для студентов, сроки которой устанавливаются приказом по университету.

Дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом выпускающего факультета.

Основные условия допуска студента к экзамену:

Студент выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине.

Плановая процедура проведения экзамена:

1. Дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом факультета
2. Форма экзамена – письменная
3. Время подготовки – 60 мин

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Результаты экзамена определяют оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляют в день экзамена.

Оценку «отлично» выставляют обучающемуся, глубоко и прочно освоившему теоретический и практический материал дисциплины. Ответ должен быть логичным, грамотным. Обучающемуся необходимо показать знание не только основного, но и дополнительного материала, быстро ориентироваться, отвечая на дополнительные вопросы. Обучающийся должен свободно справляться с поставленными задачами, правильно обосновывать принятые решения.

Оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, твердо знающий программный материал дисциплины, грамотно и, по существу, излагающий его. Не следует допускать существенных неточностей при ответах на вопросы, необходимо правильно применять теоретические положения при решении практических задач, владеть определенными навыками и приемами их выполнения.

Оценку «удовлетворительно» получает обучающийся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, испытывает затруднения при решении практических задач. В ответах на поставленные вопросы студентом допущены неточности, даны недостаточно правильные формулировки, нарушена последовательность в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» говорит о том, что обучающийся не знает значительной части материала по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах, не может решить практические задачи или решает их с затруднениями.

Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:	
1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ»	
Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины	
Цель промежуточной аттестации -	установление уровня достижения каждым обучающимся целей обучения по данной дисциплине, изложенных в п.1 настоящей программы
Форма промежуточной аттестации -	экзамен
Место экзамена в графике учебного процесса:	1) подготовка к экзамену и сдача экзамена осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на экзаменационную сессию для студентов, сроки которой устанавливаются приказом по университету
	2) дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом выпускающего факультета
Форма экзамена -	Письменный
Процедура проведения экзамена -	представлена в фонде оценочных средств по дисциплине (см. Приложение 9)
Время проведения экзамена	Дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом факультета

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА сформированности компетенции¹

4.1. ПК-4 Способен выполнять молекулярно-генетические исследования биологического материала сельскохозяйственных животных и интерпретировать результаты

ИД-3_{ПК-4} Управляет процессами выведения, генетического совершенствования и сохранения пород, типов, линий животных

Тип заданий: выбор одного варианта правильного ответа из нескольких предложенных / выбор нескольких правильных вариантов из предложенных вариантов ответов

1. Определение понятия генетическая карта репродуктивного здоровья (ГКРЗ).

Карта распределения генетических заболеваний по регионам

Индивидуальный паспорт, включающий ДНК-диагностику моногенных заболеваний и оценку кариотипа

База данных геномов сельскохозяйственных животных

Карта хромосомных перестроек у домашних животных

2. Показатель, наиболее точно характеризующий долю генетической изменчивости в общей фенотипической изменчивости признака.

Коэффициент повторяемости (r)

Коэффициент наследуемости (h^2)

Селекционный дифференциал (S_d)

Интенсивность отбора (i)

3. Признаки, которые относятся к количественным. УКАЖИТЕ НЕ МЕНЕЕ ТРЕХ ВАРИАНТОВ ОТВЕТОВ

Масть животного

Наличие рогов

Удой молока

Живая масса при рождении

Группа крови

Толщина шпика у свиней

4. Принцип, лежащий в основе детекции RFLP-маркеров

Различие в длине амплифицированных фрагментов при ПЦР

Гибридизация меченых зондов с ДНК, разрезанной рестриктазами

Секвенирование по Сэнгеру

Использование комплементарных РНК-зондов

5. Типы молекулярных маркеров относят к ПЦР-основанным УКАЖИТЕ НЕ МЕНЕЕ ТРЕХ ПРАВИЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОТВЕТОВ

RFLP

Микросателлиты (SSR)

RAPD

AFLP

Минисателлиты

SNiP

6. Области применения SNP-маркеров в животноводстве являются наиболее распространёнными УКАЖИТЕ НЕ МЕНЕЕ ТРЕХ ПРАВИЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОТВЕТОВ

¹ В настоящем документе представлен частичный фонд оценочных материалов, предназначенный для ознакомления. Полный комплект оценочных средств сформированности компетенций, включая эталоны ответов и критерии оценивания, хранится в департаменте образовательных программ и управления учебным процессом и предоставляется по запросу

Геномная селекция (оценка племенной ценности)
Определение подлинности происхождения
Определение масти животного
Идентификация QTL
Измерение живой массы на весах
Ветеринарная вакцинация

7. Методы, которые относятся к постгеномным технологиям. УКАЖИТЕ НЕ МЕНЕЕ ТРЕХ ПРАВИЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОТВЕТОВ

Секвенирование нового поколения (NGS)
Гибридизация на микрочипах
Метод снятия надоя молока
Транскриптомный анализ (RNA-seq)
Определение масти по экстерьеру
Протеомный анализ

8. Статистический показатель, использующийся для подтверждения наличия QTL и вычисляет отношение правдоподобия

P-value
LOD-счёт (Logarithm of Odds)
Коэффициент корреляции
Критерий Стьюдента

9. Методы, используемые для картирования QTL. УКАЖИТЕ НЕ МЕНЕЕ ТРЕХ ПРАВИЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ

Анализ сцепления в семействах (семейное QTL-картирование)
Полногеномный поиск ассоциаций (GWAS)
Клонирование методом ПЦР
Секвенирование по Сэнгеру
Анализ с использованием фланкирующих маркеров
Определение кариотипа

10. Основное преимущество геномной селекции перед традиционной BLUP-оценкой

Более низкая стоимость
Возможность оценки племенной ценности сразу после рождения без ожидания собственной продуктивности
Не требует ведения родословных
Не требует фенотипирования животных

11. Дайте определение понятию референсная популяция в геномной селекции

Группа животных, используемая для ветеринарного контроля
Популяция, имеющая одновременно генотипы (SNP) и точные фенотипы, на основе которой строится прогностическая модель
Стадо для откорма
Группа животных одной породы

12. Назовите факторы, которые определяют точность геномной оценки (GEBV). УКАЖИТЕ НЕ МЕНЕЕ ТРЕХ ПРАВИЛЬНЫХ ОТВЕТОВ

Размер референсной популяции
Наследуемость признака
Масть животных
Размер ушей
Генетическая связь между референсной и целевой популяциями
Длина хвоста

13. Трансплантация эмбрионов в животноводстве используется для

Для лечения бесплодия
Для увеличения числа потомков от высокоценных маток
Для изменения окраса шерсти
Для ветеринарной диагностики

Тип заданий: установление правильной последовательности в предложенных вариантах ответов / установление соответствия между элементами в предложенных вариантах ответов
 14. Установите соответствие между типом наследования признака и его характеристикой.

Аутосомно-доминантный	Чаще проявляется у самцов
Аутосомно-рецессивный	Проявляется у гетерозигот
Сцепленный с X-хромосомой	Проявляется только в гомозиготном состоянии по рецессивному аллелю
Митохондриальный	Признак передаётся только через матерей
	Проявляется у гетерозигот и гомозигот по доминантному аллелю

15. Установите соответствие между термином и его определением.

QTL-картирование	Процесс идентификации хромосомных регионов, влияющих на количественные признаки
GWAS	Стандартное значение счета
Fine mapping	Метод точного определения гена внутри ранее выявленного QTL-региона
LOD-счёт	Статистическая мера, подтверждающая наличие QTL (обычно >3.0)
	Сравнение SNP между больными и здоровыми особями в популяции

16. Установите правильную последовательность этапов QTL-картирования:

1. Фенотипирование потомства по количественному признаку
2. Получение потомства (F1, BC1 или F2)
3. Идентификация статистически значимых ассоциаций маркеров с фенотипом
4. Отбор родителей с контрастными фенотипами
5. Генотипирование потомства по молекулярным маркерам

17. Установите соответствие между методом оценки племенной ценности и его характеристикой.

Традиционная BLUP	Основан на анализе метода «дочери-сверстницы»
Геномная селекция (GEBV)	Основан на SNP-маркерах, возможен с рождения
Оценка по потомству	Основан на родословной и фенотипах
	Точность растёт с числом потомков (3-5 лет)

18. Установите правильную последовательность этапов внедрения геномной селекции в животноводстве:

1. Отбор лучших животных по GEBV
2. Формирование референсной популяции с известными фенотипами
3. Расчёт GEBV для молодых животных
4. Построение прогностической модели (уравнения)
5. Генотипирование референсной популяции по SNP-чипам

19. Установите правильную последовательность этапов редактирования генома методом CRISPR/Cas9:

1. Анализ отредактированных клеток (секвенирование)
2. Репарация разрыва с внесением желаемых изменений
3. Доставка компонентов CRISPR/Cas9 в клетку (трансфекция/трансформация)
4. Разработка направляющей РНК (gRNA) для целевой последовательности
5. Внесение разрыва (DSB) в целевой сайт ДНК белком Cas9

20. Подбор праймеров для ПЦР (порядок работы)

1. Выбор оптимальной пары (наивысший рейтинг)
2. Анализ качества праймеров
3. Подбор праймеров
4. Задание параметров праймеров (длина, Tm, GC%, размер продукта)
5. Получение нуклеотидной последовательности гена-мишени (NCBI GenBank)
6. Заказ синтеза праймеров в коммерческой компании

21. Установите соответствие между методом генотипирования и его ключевой характеристикой (принципом, областью применения или типом детекции).

Секвенирование по Сэнгеру (Sanger sequencing)	Детекция SNP в процессе ПЦР с использованием флуоресцентно-меченых зондов, комплементарных диким или мутантным аллелям
Рестрикционный анализ (RFLP)	Разрезание ПЦР-продукта рестриктазами и электрофоретическое детектирование полиморфизма длины фрагментов
SNP-чипы (микроматрицы, DNA microarrays)	Генотипирование тысяч SNP одновременно с помощью гибридизации фрагментов ДНК с комплементарными зондами, иммобилизованными на чипе
ПЦР в реальном времени (Real-time PCR) с аллель-специфичными зондами	Определение последовательности одного фрагмента ДНК (до 800-1000 п.н.) с использованием дидезоксинуклеотидов (метод обрыва цепи)
Геномное секвенирование (NGS, whole genome sequencing)	Массово-параллельное определение полной нуклеотидной последовательности всей ДНК образца
HRMA (High Resolution Melting Analysis)	Удвоение участка хромосомы или гена
	Генотипирование SNP на основе разной температуры плавления ДНК-дуплексов (высокое разрешение)

22. Установите соответствие между направлением использования и конкретным примером.

Фармакология (получение рекомбинантных белков)	Клонирование вымерших или исчезающих видов (например, попытка клонирования кулана или возрождения вымерших подвидов)
Ксенотрансплантация	Свиньи с нокаутом гена α -1,3-галактозилтрансферазы (GGTA1) для снижения отторжения органов при пересадке человеку
Моделирование наследственных заболеваний человека	Организм (растение, животное или микроорганизм), в ДНК которого искусственно внедрен один или несколько генов другого организма
Сохранение исчезающих видов (клонирование)	Трансгенные мыши с мутацией гена CFTR для изучения муковисцидоза
	Трансгенные козы, продуцирующие человеческий антитромбин III (ATryn) или тканевой активатор плазминогена (tPA) в молоке

23. Установите соответствие между методом клонирования и его описанием.

Клонирование путём разделения эмбриона (blastomere separation)	Пересадка ядер клеток раннего эмбриона (бластомеров) в энуклеированные ооциты для получения нескольких генетически идентичных эмбрионов
Эмбриональное клонирование (трансплантация ядер эмбриональных клеток)	Объект сканируется на атомарном уровне, и в герметичной капсуле из сырьевого геля (биомассы)
Соматическое клонирование (SCNT – Somatic Cell Nuclear Transfer)	Механическое разделение раннего эмбриона (стадии 2, 4 или 8 бластомеров) на отдельные бластомеры, каждый из которых развивается в полноценный эмбрион
Индукцированные плюрипотентные стволовые клетки (iPSC)	Перепрограммирование соматических клеток в плюрипотентное состояние путём введения факторов транскрипции (Oct4, Sox2, Klf4, c-Myc)
	Перенос ядра соматической клетки в энуклеированный ооцит; получение потомства, генетически идентичного донору ядра (например, овца Долли)

24. Установите соответствие между методом получения трансгенных животных и его характеристикой:

Микроинъекция ДНК в пронуклеус	Введение раствора ДНК через стеклянную микропипетку в мужской пронуклеус
--------------------------------	--

	оплодотворённой яйцеклетки (наиболее распространённый метод у мышей и КРС)
Трансфекция эмбриональных стволовых клеток (ES-клеток)	Электропорация ДНК в сперматозоиды с последующим оплодотворением яйцеклеток
Вирусный трансгенез (ретровирусный, лентивирусный)	Использование рекомбинантных вирусов (ретровирусов, лентивирусов) для доставки трансгена в геном хозяина
Sperm-mediated gene transfer (SMGT)	Метод, при котором для создания трансгенных животных используется особый ретровирусный вектор, внедряемый в геном через специально модулированную нанитовую матрицу
	Встраивание трансгена в культивируемые ES-клетки с последующим введением их в бластоцисту для получения химерного организма

Тип заданий: открытого типа (самостоятельный ввод обучающимся правильного ответа в виде термина, краткого определения, цифрового значения) / Практико-ориентированные задания (кейсы)

25. Записать аббревиатуру метода Genome-Wide Association Study (полногеномный поиск ассоциаций). Это метод, позволяющий выявить статистические связи между генетическими вариантами (чаще всего SNP) и фенотипическими признаками путём сравнения групп животных с разными фенотипами в популяции. **ОТВЕТ ВПИШИТЕ ПРОПИСНЫМИ ЛАТИНСКИМИ БУКВАМИ**

26. Как называется локус количественного признака, участок хромосомы, содержащий ген(ы), влияющие на проявление количественного признака.

27. Группа животных, для которых одновременно определены генотипы (SNP) и точные фенотипы (или традиционные EBV) называется ... **ОТВЕТ ВПИШИТЕ СТРОЧНЫМИ БУКВАМИ В ФОРМЕ ПРИЛАГАТЕЛЬНОГО И СУЩЕСТВИТЕЛЬНОГО В ИМЕНИТЕЛЬНОМ ПАДЕЖЕ**

28. Явление, при котором один ген влияет на два и более фенотипических признака (множественное действие гена) называется ... **ОТВЕТ ВПИШИТЕ СТРОЧНЫМИ БУКВАМИ В ФОРМЕ СУЩЕСТВИТЕЛЬНОГО В ИМЕНИТЕЛЬНОМ ПАДЕЖЕ**

29. Раздел постгеномных технологий, изучающий полный набор транскриптов (молекул РНК) клетки, ткани или организма в определённых условиях называется ... **ОТВЕТ ВПИШИТЕ СТРОЧНЫМИ БУКВАМИ В ФОРМЕ СУЩЕСТВИТЕЛЬНОГО В ИМЕНИТЕЛЬНОМ ПАДЕЖЕ**

30. Как называется неслучайная ассоциация аллелей в разных локусах, при которой определённые комбинации аллелей (гаплотипы) встречаются в популяции чаще (или реже), чем ожидается при случайном распределении? **ОТВЕТ ВПИШИТЕ СТРОЧНЫМИ БУКВАМИ В ФОРМЕ ПРИЛАГАТЕЛЬНОГО С СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫМ В ИМЕНИТЕЛЬНОМ ПАДЕЖЕ ВО МНОЖЕСТВЕННОМ ЧИСЛЕ**

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Низкий уровень сформированности компетенций – 60% и менее правильно выполненных заданий.

Базовый уровень сформированности компетенций – от 61 до 70% правильно выполненных заданий.

Повышенный уровень сформированности компетенций – от 71 до 80% правильно выполненных заданий.

Высокий уровень сформированности компетенций – от 81 до 100% правильно выполненных заданий.