

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Дата подписания: 18.09.2025 15:11:44
Уникальный программный ключ:
528682d78e671e566ab07f01fe1ba2172f735a12

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»**

**Методические указания
по выполнению курсовой работы по
дисциплине
«Биоинформатика в селекции с.-х. животных»**

Специальность
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Направленность (профиль)
«Генетика и селекция сельскохозяйственных животных»

Саратов 2024

Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине: «Биоинформатика в селекции с.-х. животных» для специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика» / Сост.: профессор, Лушников В.П. // ФГОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова. - Саратов, 2024. – 16 с.

Учебно – методическое пособие составлено в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

Введение

Курсовая работа является итоговой работой, завершающей изучение дисциплины "Биоинформатика в селекции с.-х. животных". Она способствует закреплению, углублению и обобщению полученных знаний, развивает умение работать со специальной литературой, навыки самостоятельной творческой работы студентов.

Основной целью методических указаний является ознакомление с содержанием, порядком выполнения и оформления курсовой работы, основной литературой для выполнения курсовой работы.

ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Примерные темы курсовых работ:

1. Применение GWAS-анализа для идентификации маркеров молочной продуктивности у черно-пестрой породы крупного рогатого скота.
2. Биоинформационные методы оценки генетического разнообразия в популяциях крупного рогатого скота.
3. Оптимизация селекционных программ с использованием QTL-картирования у свиней.
4. Сравнительный анализ геномных данных отечественных и зарубежных пород овец.
5. Разработка алгоритмов для прогнозирования наследственных заболеваний у сельскохозяйственных животных.
6. Использование машинного обучения для анализа генетических данных в птицеводстве.
7. Биоинформационные подходы к изучению генов устойчивости к болезням у крупного рогатого скота.
8. Молекулярно-генетические основы селекции мясной продуктивности у бычков.
9. Применение NGS-технологий для анализа микробиома рубца жвачных животных.

10. Оценка экономической эффективности внедрения геномной селекции в молочном скотоводстве.
11. Биоинформационный анализ генов, ассоциированных с репродуктивными признаками у свиноматок.
12. Создание базы данных SNP-маркеров для селекции кур яичного направления продуктивности.
13. Изучение эпигенетических механизмов регуляции роста у сельскохозяйственных животных.
14. Разработка программного обеспечения для прогнозирования селекционного прогресса.
15. Анализ генетических корреляций между продуктивными и адаптивными признаками у овец.
16. Исследование генетических основ стрессоустойчивости у с.х. птицы.
17. Оптимизация методов генотипирования для мелких фермерских хозяйств.
18. Сравнительная геномика локальных и коммерческих пород свиней.
19. Биоинформационные подходы к анализу длинноцепочечных некодирующих РНК у животных.
20. Использование облачных технологий для обработки больших геномных данных.
21. Генетические аспекты повышения качества молока у коз.
22. Разработка молекулярных маркеров для ранней диагностики наследственных аномалий у лошадей.
23. Применение искусственного интеллекта для прогнозирования продуктивности стада.
24. Биоинформационный подход к изучению генов, ответственных за адаптацию к изменению климата.
25. Методы биоинформатики в анализе генетических основ резистентности к антибиотикам у сельскохозяйственных животных.

Темы курсовых работ могут изменяться по желанию студентов в

зависимости от направления научных исследований на кафедре и по рекомендации научных руководителей.

ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Основные положения по выполнению курсовой работы

Курсовая работа по дисциплине «Биоинформатика в селекции сельскохозяйственных животных» отражает степень освоения студентом теоретических и практических аспектов предмета. В ходе выполнения работы студент решает конкретную задачу, связанную с биоинформационным анализом генетических данных, применяя современные методы и инструменты. Он должен продемонстрировать понимание биологических особенностей изучаемых видов животных, владение методами обработки геномной информации, а также умение работать с базами данных и специализированным программным обеспечением (NCBI, Ensembl, PLINK, R/Bioconductor).

Важной частью работы является интерпретация полученных результатов для обоснования селекционных решений. Студент должен уметь оценивать генетическую ценность животных, прогнозировать наследуемость хозяйственно-полезных признаков и анализировать эффективность селекционных программ. При этом необходимо логично и аргументированно излагать выводы, опираясь на данные биоинформационного анализа, а также грамотно оформлять результаты в соответствии с научными требованиями.

2. Правила оформления курсовой работы

Курсовая работа выполняется студентом в седьмом семестре по индивидуальному заданию. Она может быть экспериментального типа, которая выполняется на основе собственных научных исследований или может носить реферативный характер с предоставлением глубокого анализа научной литературы по определенной теме. Общий объем работы не должен превышать 25-30 страниц компьютерного текста. Рекомендуется в компьютерном

исполнении шрифт Times New Roman, размер 14, интервал полуторный, цвет шрифта черный. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на отдельных терминах, формулах, применяя шрифты разной гарнитуры. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту и равен пяти знакам (15-17 мм). Текст размещают на одной стороне листа, оставляя поля: слева 30 мм, справа 15 мм, сверху 25 мм, снизу 25 мм.

Главы работы последовательно нумеруют арабскими цифрами. После номера ставят точку. Каждую главу при необходимости подразделяют на параграфы, номера которые должны состоять из двух арабских цифр, разделенных точкой. Первая означает номер главы, вторая - параграфа. Например: 1.3. - третий параграф первой главы и т.д.

Введение и каждая глава начинаются с новой страницы. Расстояние между заголовками и последующим текстом оставляют равным 10 мм (3 интервала), а между последней строкой текста и расположенным ниже заголовком - 15 мм (4,5 интервала). В конце заголовка точка не ставится, текст не подчеркивается. Перенос и сокращение слов в заголовке не допускается.

Названия глав и параграфов должны соответствовать их содержанию и быть краткими. Если в параграфе есть пункты, то их нумеруют в пределах параграфа, например: 3.2.4. означает четвертый пункт второго параграфа третьей главы. Номер пункта ставят в начале первой строки абзаца, которым он начинается.

Нумерация страниц должна быть сквозной от титульного листа и до последнего предложения, включая таблицы и иллюстрации. При этом на титульном листе, который является первой страницей, номер не проставляется. Страницы нумеруют арабскими цифрами, проставляя их в центре нижней части листа без точки.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей, их оформляют и располагают в соответствии с необходимыми требованиями. Содержание каждой из них раскрывается заголовками соответствующих строк и граф. Таблицу располагают непосредственно после

текста, в котором она упоминается. На все таблицы должны быть ссылки. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера или сокращенно в скобках (табл.2.1.).

Каждая таблица должна иметь краткий тематический заголовок (название), отражающий ее содержание. Название следует помещать над таблицей в одну строку с ее номером, слово «Таблица» пишут с прописной буквы. Заголовки граф и строк таблицы начинают с прописных (заглавных) букв, подзаголовки граф - со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков точку не ставят.

Нумеруют таблицы в пределах каждой главы двумя арабскими цифрами, разделенными точками. Первая показывает номер главы, вторая - номер таблицы; например: таблица 1.1., таблица 1.2. Допускается также сквозная последовательная нумерация в пределах всей работы (до приложений к ней): таблица 1,2 и т.д. Номер пишут с прописной буквы. При переносе таблицы на следующую страницу головку ее повторяют и над ней помещают слово «продолжение таблицы», если таблица громоздкая, то пронумеровывают графы ниже их заголовков и подзаголовков и повторяют эту нумерацию на следующей странице вместо головки.

Все иллюстрации в курсовой работе именуют рисунками. Схемы, фотографии, графики и другие виды иллюстрации нумеруют, так же как и таблицы, т. е. применяют или сквозную нумерацию по тексту или нумерацию в пределах каждой главы или раздела. При этом первую ссылку обозначают следующим образом: (рис. 3.1.), вторая (см. рис. 3.2.). Расположение рисунков, также как и таблицы, должно позволить рассматривать их без поворота курсовой работы, а если это невозможно сделать, то с поворотом по часовой стрелке.

3. Сокращения и условные обозначения

Сокращения слов в курсовой работе, как правило, не допускаются, за исключением общепринятых: тыс., млн., млрд. Могут применяться

узкоспециализированные сокращения, символы и термины. В таких случаях необходимо их детально расшифровать в скобках после первого упоминания, например: АО (акционерное общество), ОДУ (общий допустимый улов), ПДК (предельно-допустимая концентрация) и др. В последующем тексте эту расшифровку повторять не следует.

Единицы измерения необходимо указывать в соответствии со стандартами и общепринятыми правилами. Например: принято вес рыбы называть массой (начальная масса, конечная масса), привес рыбы - приростом массы. Обозначать сокращенно единицы измерения массы: грамм - г, килограмм - кг, центнер - ц, тонна - т; время: секунда - с, минута - мин, час – ч; единицы длины: миллиметр - мм, сантиметр - см, метр - м, километр -км, квадратный метр - м², гектар - га; затрат труда: человеко- час – чел - ч, человеко - день – чел - день и т.д. После таких сокращений точку не ставят.

Ссылки. При ссылке в тексте курсовой работы на приведенные в конце ее литературные источники указывают их порядковый номер, заключенный в квадратные скобки, например: [3,7] и т.д. Выдержки из литературных и неопубликованных документов можно цитировать полностью или с пропусками отдельных слов, которые обозначают многоточием. В начале и конце таких выдержек ставятся кавычка.

Курсовая работа должна иметь следующую примерную структуру: введение, цель и задачи исследования, обзор литературы, общую характеристику, собственные исследования, с описанием материала, методик и результатов исследования, экономические показатели, обсуждение результатов исследования, выводы, предложения.

4. Графическая часть

Графическая часть курсовой работы состоит из схем и рисунков, выполняемых в карандаше или тушью на листах бумаги формата А4.

4.1 Требования к иллюстрациям и диаграммам

Все графические материалы (диаграммы, схемы, графики) должны быть четкими и легко читаемыми. Рекомендуется использовать единый стиль оформления: одинаковый шрифт (Times New Roman, 12-14 pt), цветовую гамму и подписи. Каждый рисунок должен иметь номер и название, которые указываются под изображением (например, «Рисунок 1 – Динамика продуктивности коров»). Избегайте перегруженных графиков: если данных много, лучше разнести их на несколько изображений.

4.2 Формат и расположение графических материалов

Графические элементы следует размещать непосредственно после текста, в котором они упоминаются, или в приложении (если их много). Допустимые форматы: векторные изображения (EPS, SVG) для схем и растровые (JPEG, PNG) для фотографий с минимальным разрешением 300 dpi. Все иллюстрации должны быть выполнены в черно-белом или цветном варианте, но с учетом возможности печати в оттенках серого.

4.3 Подписи и пояснения

Каждая иллюстрация должна сопровождаться кратким, но информативным описанием, позволяющим понять ее без обращения к основному тексту. В подписи указываются условные обозначения (если есть) и ключевые выводы. Например: «Рисунок 2 – Зависимость удоя от генетического индекса ($r = 0,75$)». Ссылки на все графические материалы обязательны в тексте работы (например: «...как видно на рисунке 3...»). Если используются заимствованные изображения, обязательно указывайте источник.

5. Выполнение курсовой работы

После получения задания студент самостоятельно подбирает литературу, используя настоящие методические указания, предметные каталоги, библиографические справочники, учебники, учебные пособия, справочники,

монографии, журнальные статьи и др.

При подборе литературы следует отдавать предпочтение более поздним изданиям, в которых отражена современная теория и передовая практика.

Ссылка на использованный источник в тексте пояснительной записки обязательна. Использование источников без ссылок на них не допускается.

В процессе изучения литературы студент должен составить содержание курсовой работы. В содержании необходимо определить названия разделов, подразделов, последовательность изложения материала. Минимальное содержание курсовой работы включает:

1. Введение
2. Обзор литературы
3. Материалы и методы
4. Результаты и их обсуждение
5. Расчет экономических показателей
6. Заключение
7. Список использованных источников
8. Приложения (при необходимости)

Такая структура обеспечивает логичное изложение материала и соответствует научным требованиям.

Выполненная курсовая работа должна быть представлена на проверку руководителю за две недели до начала экзаменационной сессии. После проверки назначается защита курсовой работы, на которой студент должен обосновать необходимость выращивания конкретного вида рыбы в конкретном районе, раскрыть основное содержание работы, обосновать принятые решения, ответить на вопросы преподавателей. Качество выполнения курсовой работы и результаты защиты оцениваются по четырех балльной системе (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

5.1 Введение

Во введении необходимо продемонстрировать понимание значимости

применения биоинформационных подходов в селекции сельскохозяйственных животных в целом, а также аргументировать целесообразность использования данных технологий/подходов.

5.2 Обзор литературы

При описании объекта селекции необходимо указать его латинское название и основные морфологические характеристики, учитывая специфику биологических особенностей сельскохозяйственных животных различных пород, при этом особое внимание следует уделить анализу биологии конкретной породы, разводимой в заданном регионе; необходимо отметить адаптационные особенности, темпы роста, возраст достижения половой зрелости у самок и самцов, проявление полового диморфизма, а также дать характеристику внутripородных типов или линий, описать их селекционные признаки; в обзоре литературы следует особое внимание уделить онтогенезу животных - эмбриональному и постнатальному развитию, выделив наиболее критические периоды формирования хозяйственно-полезных признаков, требования развивающегося организма к условиям содержания и кормления; необходимо проанализировать морфофункциональные особенности молодняка, сроки перехода на самостоятельное питание, динамику линейного и весового роста, формирование продуктивных качеств, а также возрастные изменения физиологических показателей; в заключение раздела следует выделить ключевые биологические особенности разводимой породы, которые определяют выбор методов селекции, схему выращивания ремонтного молодняка и сроки достижения оптимальных продуктивных кондиций.

5.3 Материалы и методы

При выборе методики биоинформационного исследования в селекции сельскохозяйственных животных ключевое значение имеет определение источников генетических данных и вычислительных ресурсов. В условиях ограниченной доступности полногеномных данных по целевым породам,

исследование может быть построено на анализе общедоступных геномных баз данных (NCBI, Ensembl) с последующей валидацией результатов на локальных популяциях. Одним из важнейших факторов является обеспечение необходимого объема и качества генетического материала - образцы ДНК должны быть репрезентативными для изучаемой популяции, с четкой документацией по происхождению и фенотипическим характеристикам животных. При планировании исследования учитывается доступность вычислительных мощностей для обработки больших геномных данных, возможность подключения к облачным сервисам биоинформатического анализа, а также наличие специализированного программного обеспечения (PLINK и др.). Особое внимание уделяется выбору методологии анализа в зависимости от задач исследования, методам статистической обработки данных и валидации результатов. Для поиска и отбора генетических данных могут быть использованы специализированные геномные базы данных, публикации в рецензируемых журналах, а также данные государственных программ по генетическому улучшению сельскохозяйственных животных.

5.4 Результаты и их обсуждение

В данном разделе предоставляются полученные данные биоинформационного анализа геномных последовательностей изучаемой породы сельскохозяйственных животных, включая выявленные SNP-маркеры, ассоциированные с хозяйственно-полезными признаками, результаты GWAS-анализа и идентифицированные QTL-локусы, с подробной интерпретацией их потенциального влияния на селекционно - значимые характеристики; особое внимание уделяется динамике экспрессии ключевых генов на разных этапах онтогенеза и их взаимосвязи с формированием продуктивных качеств; в заключение раздела дается обоснование соответствия выявленных молекулярно-генетических маркеров целевым селекционным признакам, при этом учитывается, что генетическая детерминация хозяйственно-важных характеристик не является статичной, а зависит от взаимодействия генотипа с

условиями содержания, кормления и другими факторами внешней среды, что требует комплексного подхода к интерпретации результатов для последующего применения в селекционных программах.

5.5 Расчет экономических показателей

разделе "Расчет экономических показателей" проводится комплексный анализ эффективности внедрения современных биоинформационных технологий в селекционную работу с сельскохозяйственными животными, включая расчет затрат на проведение полногеномного секвенирования, биоинформационную обработку данных и молекулярно-генетический анализ, с последующим сопоставлением с потенциальной экономической выгодой от ускорения селекционного процесса и повышения продуктивных качеств животных; особое внимание уделяется оценке сроков окупаемости инвестиций в геномные технологии, расчету показателей экономической эффективности (чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, срок окупаемости) для конкретного селекционного предприятия с учетом его производственной мощности и рыночных условий; при этом учитываются как прямые экономические выгоды (увеличение продуктивности, сокращение сроков выведения новых линий), так и косвенные преимущества (повышение генетического разнообразия, устойчивости к заболеваниям, адаптационного потенциала); в заключении делаются выводы о целесообразности внедрения биоинформационных методов в селекционную практику на основе проведенных расчетов, с определением оптимальных масштабов и направлений их применения для конкретного вида животных и производственных условий хозяйства.

**Пример расчета экономической эффективности внедрения
генетической экспертизы племенного материала и биоинформационного
анализа в селекцию КРС.**

1. Затраты на внедрение биоинформационных методов:

1. Генотипирование 1000 голов молодняка (SNP-чип 50K): $3\,500 \text{ руб./голова} \times 1000 = 3,5 \text{ млн руб.}$
2. Биоинформационный анализ (обработка данных, GWAS, QTL-анализ): $700 \text{ руб./голова} \times 1000 = 700 \text{ тыс. руб.}$
3. Внедрение системы геномной оценки (лицензия ПО, адаптация под породу): 1,2 млн руб.
4. Обучение персонала: 200 тыс. руб.

Итого капитальные затраты: 5,6 млн руб.

2. Экономический эффект (годовой)

Расчет для стада 1000 коров:

1. Ускорение селекционного прогресса (+20% надоев):

Средний надой: 6 000 кг/год $\rightarrow$ +1 200 кг/год.

Доп. доход: $1\,200 \text{ кг} \times 40 \text{ руб./кг (закупочная цена)} \times 1000 \text{ голов} = 48 \text{ млн руб.}$

2. Сокращение затрат на содержание (ранняя выбраковка 10% низкопродуктивных телок):

Экономия: $10\% \times 1000 \times 50\,000 \text{ руб. (стоимость выращивания до 1-го отела)} = 5 \text{ млн руб.}$

Увеличение срока продуктивного использования (+1 лактация):

Доп. доход: $100 \text{ коров (10\%)} \times 6\,000 \text{ кг} \times 40 \text{ руб.} = 24 \text{ млн руб.}$

Итого годовой эффект: 77 млн руб.

Табл. 1. Сравнение традиционной и геномной селекцией

Показатель	Традиционная селекция	Геномная селекция	Эффект
Точность оценки быков	30–40%	60–70%	+75%
Интервал между поколениями	5–6 лет	2–3 года	Сокращение в 2 раза
Годовой генетический прогресс	1–1.5%	2.5–3%	+100%
Затраты на оценку 1 быка	300–400 тыс. руб.	80–100 тыс. руб.	Снижение на 70%

5.6 Заключение

Заключение должно напрямую отражать результаты решения поставленных во введении задач и достижение цели исследования. Каждый

вывод формулируется как конкретный результат, полученный в ходе работы.

5.7 Список использованных источников

Оформляется по ГОСТ ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание», ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка» с изменениями 2015 года.

5.8 Приложения

Приложения к курсовой работе оформляются на отдельных страницах после списка литературы, каждое приложение должно иметь заголовок с обозначением буквой кириллицы (Приложение А, Приложение Б) или латиницей (Приложение А, Приложение В), выполненным полужирным шрифтом по центру страницы, и содержать вспомогательные материалы, не вошедшие в основную часть работы: исходные данные, дополнительные таблицы, графики, схемы, программные коды, расчеты или иллюстрации, которые поясняют или дополняют исследование, при этом все приложения должны быть последовательно пронумерованы, иметь краткие пояснительные подписи и упоминаться в основном тексте работы.

Студенту 4 курса специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».....

ЗАДАНИЕ №.....
к курсовой работе по дисциплине «БИОИНФОРМАТИКА В СЕЛЕКЦИИ С.Х. ЖИВОТНЫХ»

Тема: "Расчет экономической эффективности внедрения методов геномной селекции в молочном скотоводстве (на примере черно-пестрой породы КРС)"

Цель работы:

Оценить экономическую целесообразность применения биоинформационных технологий в селекционно-племенной работе с сельскохозяйственными животными на примере конкретной российской породы.

Задачи исследования:

1. Изучить современные методы геномной селекции, применяемые в молочном скотоводстве.
2. Провести сравнительный анализ традиционных и биоинформационных подходов в селекции.
3. Рассчитать затраты на внедрение геномных технологий (генотипирование, биоинформационный анализ, программное обеспечение и прочее).
4. Определить потенциальный экономический эффект от применения геномной селекции:
 - увеличение/ снижение продуктивности животных;
 - сокращение/ увеличение сроков селекционного прогресса;
 - снижение/ увеличение затрат на содержание.
5. Вычислить основные показатели экономической эффективности.
6. Разработать рекомендации по внедрению геномных технологий в конкретном хозяйстве.

Исходные данные:

1. Поголовье: 1000 коров черно-пестрой породы
2. Средний надой: 6000 кг/год
3. Закупочная цена молока: 40 руб./кг
4. Стоимость выращивания телки до первого отела: 50 000 руб.
5. Стоимость генотипирования: 3500 руб./голова
6. Стоимость биоинформационного анализа: 700 руб./голова

Примечание: В работе необходимо использовать актуальные данные по стоимости услуг генотипирования и программного обеспечения для геномной оценки.

Дата выдачи задания... 2024 г.

Срок сдачи курсовой работы... 2024 г.

Руководитель курсовой работы

**Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации**

**Федеральное государственное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»**

**Институт биотехнологии
Кафедра «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура»**

Курсовая работа

по дисциплине «Биоинформатика в селекции с.х. животных»

**Тема: «Расчет экономической эффективности внедрения методов геномной
селекции в молочном скотоводстве»**

Выполнил:

Проверил:

Саратов 2024