

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
воспитательной работе, профессор



С.Л. Воробьева

« 14 » июня

2019 г.

Методология и методы научных исследований в животноводстве

Учебное пособие

Составитель
Е. Н. Мартынова

Ижевск
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2019

УДК 636:001.8(075.8)

ББК 46я73

М 54

Учебное пособие разработано в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки «Ветеринария и зоотехния».

Рассмотрено и рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, протокол № 3 от 11 июня 2019 г.

Рецензенты:

Л. В. Сычева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры животноводства (ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ)

О. А. Краснова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры частного животноводства (ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА)

Составитель:

Е. Н. Мартынова – доктор с.-х. наук, профессор

М 54 Методология и методы научных исследований в животноводстве: учебное пособие / сост. Е.Н. Мартынова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 108 с.

Учебное пособие предназначено для обучающихся в аспирантуре по очной и заочной формам обучения направления подготовки «Ветеринария и зоотехния».

Содержит материал, изучение которого позволит приобрести определенные знания и умения в области методологии научных исследований, методики постановки опытов в животноводстве.

УДК 636:001.8(075.8)

ББК 46я73

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019

© Мартынова Е.Н., сост., 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Тема 1. Основы методологии научного исследования	5
1.1. Введение в методологию научных исследований. Основные понятия.....	5
1.2. Научное исследование и его сущность.....	10
1.3. Классификация методов научных исследований	17
1.3.1. Научные методы эмпирического исследования	19
1.3.2. Научные методы теоретического исследования.....	22
1.3.3. Общелогические методы и приемы научного исследования.....	25
Тема 2. Методы научных исследований и постановки опытов в животноводстве	28
2.1. Методы научных исследований в животноводстве	28
2.2. Методы постановки зоотехнических экспериментов (опытов).....	34
2.2.1. Методы опытов, построенных по принципу аналогичности групп.....	34
2.2.2. Методы опытов, построенных по принципу групп-периодов	43
Тема 3. Условия, обеспечивающие достоверность проведения зоотехнических опытов	52
Тема 4. Математический анализ данных научных исследований	69
Тема 5. Литературное оформление научной работы, подготовка написания выпускной квалификационной работы и диссертации	85
5.1. Формы и содержание научных произведений	85
5.2. Требования к диссертационной работе	88
5.3. Паспорта специальностей	91
Список использованной и рекомендованной литературы.....	104
Приложение А	106

Предисловие

Учебное пособие предназначено для обучающихся в аспирантуре очной и заочной формам обучения направления подготовки «Ветеринария и зоотехния». В учебном пособии изложены методы и особенности методики исследований в животноводстве, значительное внимание уделяется основным принципам постановки опытов. В результате изучения дисциплины аспиранты должны освоить методологию и методы научных исследований, уметь формулировать цель и задачи исследований, планировать и проводить эксперимент, обрабатывать результаты исследований, сопоставлять результаты опыта с теоретическими моделями и формулировать выводы научного исследования.

Тема 1. Основы методологии научного исследования

1.1 Введение в методологию научных исследований.

Основные понятия

В современном мире понятие «*наука*» имеет несколько основных значений:

– сфера человеческой деятельности, направленная на выработку и систематизацию новых знаний о природе, обществе, мышлении и познании окружающего мира; результат этой деятельности – система полученных научных знаний;

– одна из форм общественного сознания, социальный институт (система взаимосвязей между научными организациями и членами научного сообщества, а также системы научной информации, нормы, ценности науки и т.п.).

Наука – это непрерывно развивающаяся система знаний объективных законов природы, общества и мышления, получаемых и превращаемых в непосредственную производительную силу общества в результате социально-экономической деятельности.

Науку можно рассматривать как систему, состоящую из теории, методологии, методики и техники исследований и практики внедрения полученных результатов.

Основная **цель науки** – познание объективного мира (теоретическое отражение действительности) и воздействие на окружающую среду с целью получения полезных обществу результатов.

Основой любой науки является **методология**, которая представляет собой учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности.

В научной литературе под **методологией** обычно понимается, прежде всего, система научного познания, т.е. учение о принципах построения, формах и способах научно-познавательной деятельности.

Методология в прикладном смысле – это система (комплекс, взаимосвязанная совокупность) принципов и подходов исследовательской деятельности, на которые опирается исследователь (учёный) в ходе получения и разработки знаний в рамках конкретной дисциплины – физики, химии, биологии и других научных дисциплин.

Основная задача **методологии** любой науки заключается в обеспечении процесса познания системой строго выверенных и прошедших апробацию принципов, методов, правил и норм.

Для достижения успеха в исследовательской деятельности учёный должен овладеть «секретом» метода и обладать эвристической технологией научного мышления. Овладеть существующей методологией необходимо, потому что далеко не каждый исследователь может создать собственную, оригинальную методологию научного исследования, у которой нашлось бы достаточно последователей, чтобы он мог заявить с полным основанием о создании собственной научной школы. Поэтому основная часть исследователей должна примкнуть к существующим направлениям (методикам), используя проверенные методологические приёмы для достижения научных результатов.

Методология может быть специально-научная и философская.

Специально-научная методология разделяется на несколько уровней: общенаучные методологические концепции и направления, методология отдельных специальных наук, методика и технология исследований.

Философская методология определяет систему философских знаний. Частным способом реализации методологии на практике является метод, как система действий в различных видах человеческой деятельности направленных на достижение поставленной задачи.

Главная цель методологии науки – изучение тех методов, средств и приемов, с помощью которых приобретается и обосновывается новое знание в науке.

Как уже отмечалось ранее, методология представляет собой совокупность системных методов и средств, направленных на решение сложных научных проблем.

Методологию можно разделить на две части:

- учение об исходных основах (принципах) познания;
- учение о способах и приемах исследования, опирающихся на эти основы.

В учении об исходных основах познания анализируются и оцениваются те философские представления и взгляды, на которые исследователь опирается в процессе познания. Следовательно, эта часть методологии непосредственно связана с философией, с мировоззрением, а они являются исходными основами и принципами научного исследования.

В учении о способах и приемах исследования рассматриваются общие стороны частных методов познания, составляющих общее направление исследования. К ним можно отнести приемы и способы эмпирического и теоретического исследований, опирающиеся на исходные основы и принципы.

Значение методологии научного познания состоит в том, что она позволяет, во-первых, выяснить подлинную философскую основу научного познания, во-вторых, на этой основе систематизировать весь объем научных знаний, в-третьих, создать условия для разработки нового, еще более эффективного направления дальнейшего исследования.

Главной задачей методологии научного познания является создание современного синтеза всех накопленных научных знаний, что позволит обеспечить всестороннее использование достижений развития науки в практических целях и дальнейшее развитие методов познания.

Следовательно, **методология науки** изучает те методы, средства и приемы, с помощью которых приобретает и обосновывается новое знание в науке. Кроме этого методология изучает также структуру научного знания вообще, место и роль в нем различных форм познания, методы анализа и построения различных систем знания.

Проводя классификацию методологии научных исследований, можно выделить их три вида:

- методологию как науку о всеобщем методе исследования (общефилософская);
- методологию как науку об общенаучных методах исследования (общенаучная);
- методологию как науку об общенаучных методах познания (конкретной отрасли науки).

Общефилософскую методологию научных исследований следует трактовать как систему общих условий и ориентиров в познавательной (исследовательской) деятельности.

Общенаучная методология представлена направлениями, концепциями и системами научного знания, которые в силу универсальности своего характера используются как средство познавательной деятельности в самых различных отраслях науки.

Наряду с общефилософской и общенаучной следует сказать и о методологии конкретной отрасли науки как третьей разновидности методологии.

Каждая отрасль знания накапливает собственный арсенал средств научного познания научных объектов, что в целом составляет методологию конкретной отрасли науки.

Таким образом, **методология научного исследования** – это самая общая форма организации научного знания (научно-познавательной деятельности), содержащая в себе принципы построения научного знания, обеспечивающая соответствие его структуры и содержания задачам исследования, включая его методы, проверку истинности полученных результатов и их интерпретацию.

Можно выделить следующие наиболее существенные зоны приложения методологии в научном исследовании:

- постановка проблемы;
- построение предмета исследования;
- создание научной теории;

- проверка истинности теории путем обращения к практике;
- использование данной теории для создания других теорий;
- интерпретация полученных результатов.

Методологию научного познания иногда отождествляют с логикой научного исследования. Такое отождествление нельзя считать правильным. Содержание методологии научного познания шире, чем содержание логики научного исследования. Вместе с тем логика научного познания является наряду с методологией основным элементом процесса познания.

Под **логикой научного исследования** понимается определенный порядок движения научного поиска. Исследование требует определенной логической последовательности, основу которой составляет рациональное мышление, которое является отражением закономерностей реальной действительности. Для того, чтобы мышление было таковым, оно должно отвечать трем требованиям:

- быть определенным, т.е. быть точным, свободным от всякой сбивчивости;
- быть последовательным, т.е. быть свободным от внутренних противоречий, разрушающих связи между мыслями там, где они необходимы;
- быть обоснованным, т.е. не просто формулировать истину, но и указывать на те основания, по которым она с необходимостью должна быть признана истинной.

Под **методологической основой диссертационного исследования** понимается совокупность методов научного познания, используемых соискателем для достижения цели диссертационного исследования. Методологическая основа диссертационного исследования является **обязательным разделом** в автореферате и диссертации. В тексте диссертации соискатель должен подробно обосновать каждый применяемый им метод, что подтверждает его кругозор в исследуемом вопросе и способность к правильному выбору методов исследо-

вания, что и определяет достоверность результатов диссертационного исследования. В автореферате в разделе методологическая основа диссертационного исследования перечисляются только основные методы, использованные соискателем.

1.2 Научное исследование и его сущность

Основой науки как процесса является научно-исследовательская деятельность.

Научное исследование – это форма существования и развития науки.

Научное исследование – это процесс получения новых научных знаний, один из видов познавательной деятельности.

Научные исследования классифицируются по различным основаниям.

По источнику финансирования различают научные исследования: бюджетные, хоздоговорные и нефинансируемые.

В нормативных правовых актах о науке научные исследования делят **по целевому назначению**: на фундаментальные, прикладные, поисковые и разработки.

В Федеральном законе «О науке и государственной научно-технической политике» даны понятия фундаментальных и прикладных научных исследований.

Фундаментальные научные исследования – это экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на открытие и изучение новых явлений и законов природы, на создание новых принципов исследования. Их целью является расширение научного знания общества, установление того, что может быть использовано в практической деятельности человека. Такие исследования ведутся на границе известного и неизвестного, обладают наибольшей степенью неопределенности. Суть *фундаментальных* исследований заключается в подтверждении или опровержении базовых положений, составляющих основу цельного, концептуального представления об объекте исследования. Результатом фундаментальных исследований

выступает новая теория, позволяющая по-новому объяснить противоречащие в рамках прежней теории факты и методологические принципы.

Прикладные научные исследования направлены на нахождение способов использования законов природы для создания новых и совершенствования существующих средств и способов человеческой деятельности. Цель прикладных исследований – установление того, как можно использовать научные знания, полученные в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности человека. *Прикладной* характер научных исследований ориентирован на решение конкретной задачи, не предполагающей переосмысления сложившихся подходов ее решения.

Обе разновидности научных исследований взаимно дополняют друг друга и составляют две стороны единого подхода.

Поисковыми называют научные исследования, направленные на определение перспективности работы над темой, отыскание путей решения научных задач.

Разработкой называют исследование, которое направлено на внедрение в практику результатов конкретных фундаментальных и прикладных исследований.

По длительности научные исследования можно разделить на долгосрочные, краткосрочные и экспресс-исследования.

В зависимости от форм и методов исследования некоторые авторы выделяют экспериментальное, методическое, описательное, экспериментально-аналитическое, историко-биографическое исследование и исследование смешанного типа.

Различают два тесно взаимосвязанных уровня научного исследования: *эмпирический* – нахождение новых фактов и формулирование на основе их анализа, синтеза и обобщения эмпирических закономерностей; *теоретический* – формулирование общих для данной предметной области закономерностей, на основе которых более глубоко интерпретируются не только новые факты, но и полученные на эмпирическом уровне знания о закономерностях, создается возможность прогнозиро-

вания дальнейшего процесса развития исследуемой предметной области.

Теоретический уровень исследования характеризуется преобладанием логических методов познания. На этом уровне полученные факты исследуются, обрабатываются с использованием логических понятий, умозаключений, законов и других форм мышления. Здесь исследуемые объекты мысленно анализируются, обобщаются, постигается их сущность, внутренние связи, законы развития. На этом уровне познание с помощью органов чувств (эмпирия) может присутствовать, но оно является подчиненным. Структурными компонентами теоретического познания являются **проблема, гипотеза и теория**.

Проблема – это сложная теоретическая или практическая задача, способы решения которой неизвестны или известны не полностью. Различают проблемы неразвитые и развитые.

Неразвитые проблемы характеризуются следующими чертами:

- 1) они возникли на базе определенной теории, концепции;
- 2) это трудные, нестандартные задачи;
- 3) их решение направлено на устранение возникшего в познании противоречия;
- 4) пути решения проблемы неизвестны.

Развитые проблемы имеют более или менее конкретные указания на пути их решения.

Гипотеза – это предположение, при котором на основе ряда факторов делается вывод о существовании объекта, связи или причины явления, причем вывод этот нельзя считать вполне доказанным. Потребность в гипотезе возникает в науке, когда неясна связь между явлениями, причина их, хотя и известны многие обстоятельства, предшествующие или сопутствующие им, когда по некоторым характеристикам настоящего нужно восстановить картину прошлого или на основе прошлого и настоящего сделать вывод о будущем развитии явления. Однако выдвижение гипотезы на основе определенных факторов – это первый шаг.

Сама гипотеза требует проверки и доказательства предположения о причине, которая вызывает определенное следствие, о структуре исследуемых объектов и характере внутренних и внешних связей структурных элементов.

Научная гипотеза должна отвечать следующим требованиям:

- 1) соответствие фактам, на которые она опирается;
- 2) проверяемости опытным путем, сопоставляемости с данными наблюдения или эксперимента (исключение составляют непроверяемые гипотезы);
- 3) совместимости с уже имеющимся научным знанием;
- 4) обладания объяснительной силой, т. е. из гипотезы должно выводиться некоторое количество подтверждающих ее фактов, следствий. Больше объяснительной силой будет обладать та гипотеза, из которой выводится наибольшее количество фактов;
- 5) простоты, т. е. она не должна содержать никаких произвольных допущений, субъективистских наслоений.

Различают гипотезы описательные, объяснительные и прогнозные. Описательная гипотеза – это предположение о существенных свойствах объектов, характере связей между отдельными элементами изучаемого объекта.

Объяснительная гипотеза – это предположение о причинно-следственных зависимостях.

Прогнозная гипотеза – это предположение о тенденциях и закономерностях развития объекта исследования.

Теория – это логически обобщенное знание, концептуальная система знаний, которая адекватно и целостно отражает определенную область действительности. Она обладает следующими свойствами:

- 1) Теория представляет собой одну из форм рациональной мыслительной деятельности.
- 2) Теория – это целостная система достоверных знаний.
- 3) Она не только описывает совокупность фактов, но и объясняет их, т. е. выявляет происхождение и развитие явлений

и процессов, их внутренние и внешние связи, причинные и иные зависимости и т. д.

4) Все содержащиеся в теории положения и выводы обоснованы, доказаны.

Теории классифицируют по предмету исследования.

В современной методологии науки выделяют следующие структурные элементы теории:

1) исходные основания (понятия, законы, аксиомы, принципы и т. д.);

2) идеализированный объект, т. е. теоретическую модель какой-то части действительности, существенных свойств и связей изучаемых явлений и предметов;

3) логику теории – совокупность определенных правил и способов доказывания;

4) философские установки и социальные ценности;

5) совокупность законов и положений, выведенных в качестве следствий из данной теории.

Структуру теории образуют: **понятия, категории, научные термины, суждения, принципы, аксиомы, законы, научные положения, учения, идеи и другие элементы.**

Понятие – это мысль, отражающая существенные и необходимые признаки определенного множества предметов или явлений.

Категория – это общее, фундаментальное понятие, отражающее наиболее существенные свойства и отношения предметов и явлений. Категории бывают философскими, общенаучными и относящимися к отдельной отрасли науки.

Научный термин – это слово или сочетание слов, обозначающее понятие, применяемое в науке.

Совокупность понятий, которые используются в определенной науке, образует ее понятийный аппарат.

Суждение – это мысль, в которой утверждается или отрицается что-либо, например: «все планеты вращаются вокруг Солнца», «если число делится на десять, то оно делится и на пять».

Принцип – это руководящая идея, основное исходное положение теории, учения, мировоззрения, теоретической программы. Принципы бывают теоретическими и методологическими.

Аксиома – это положение, которое является исходным, недоказываемым в данной теории и из которого выводят все остальные предположения по заранее фиксированным правилам. Аксиомы очевидны без доказательств. Общеизвестной, например, является аксиома о параллельных линиях (не пересекаются), которая принята в геометрии без доказательств.

Закон – это объективная, существенная, внутренняя, необходимая и устойчивая связь между явлениями, процессами. Законы могут быть классифицированы по различным основаниям. Так, по основным сферам реальности можно выделить законы природы, общества, мышления и познания; по объему действия – всеобщие, общие и частные.

Закономерность – это совокупность действия многих законов; система существенных, необходимых общих связей, каждая из которых составляет отдельный закон.

Положение – это научное утверждение, сформулированная мысль.

Учение – это совокупность теоретических положений о какой-либо области явлений действительности; система воззрений какого-либо ученого или мыслителя, например учение Дарвина.

Идея – это новое интуитивное объяснение события или явления; определяющее стержневое положение в теории; мысль, замысел; основная мысль чего-либо, например художественного или научного произведения и т.д.

Концепция – это определенный способ понимания, трактовки какого-либо предмета, явления, процесса, основная точка зрения, руководящая идея для их освещения. Термин «концепция» употребляется и для обозначения основного замысла, конструктивного принципа в научной, художественной, технической, политической и других видах деятельности.

Эмпирический уровень исследования характеризуется преобладанием чувственного познания (изучения внешнего мира посредством органов чувств). На этом уровне формы теоретического познания присутствуют, но имеют подчиненное значение.

Структуру эмпирического уровня исследования составляют **факты, эмпирические обобщения и законы (зависимости)**.

Понятие «**факт**» употребляется в нескольких значениях:

– объективное событие, результат, относящийся к объективной реальности (факт действительности) либо к сфере сознания и познания (факт сознания);

– знание о каком-либо событии, явлении, достоверность которого доказана (истинна);

– предложение, фиксирующее знание, полученное в ходе наблюдений и экспериментов.

Эмпирическое обобщение – это логический процесс перехода от единичного к общему, от общего к более общему знанию.

Эмпирические законы отражают регулярность в явлениях, устойчивость в отношениях между наблюдаемыми явлениями. Эти законы теоретическим знанием не являются. В отличие от теоретических законов, которые раскрывают существенные связи действительности, эмпирические законы отражают более поверхностный уровень зависимостей.

Взаимодействие эмпирического и теоретического уровней исследования заключается в том, что:

1) совокупность фактов составляет практическую основу теории или гипотезы;

2) факты могут подтверждать теорию или опровергать ее;

3) научный факт всегда пронизан теорией, поскольку он не может быть сформулирован без системы понятий, истолкован без теоретических представлений;

4) эмпирическое исследование в современной науке предопределяется, направляется теорией.

Конечной точкой научного исследования является получение нового знания.

Исследование, проводимое в любой области, имеет определенные характеристики. Основные из них следующие:

1) Каждое исследование должно иметь *методологию* как совокупность целей и задач, подходов, ориентиров, средств и методов исследования.

2) Каждое исследование нуждается в *организации*, то есть в определенном порядке проведения, основанном на распределении функций и ответственности и закрепленных в специальных документах.

3) Исследование должно иметь *ресурсы*, то есть комплекс средств и возможностей, обеспечивающих его успешное проведение.

4) Любое исследование требует четкого определения *объекта* и *предмета*, то есть того, где и что изучается.

5) Каждое исследование необходимо отнести к определенному *типу*, отражающему своеобразие характеристик.

6) В конкретном исследовании должна быть потребность, то есть степень остроты решаемой проблемы определяет и степень ее *актуальности*.

7) Исследования должны быть ориентированы на определенный *результат*, в качестве которого может выступать формула, модель, методика, рекомендации и другое.

8) Исследование должно выдерживать определенную соразмерность ресурсов на его проведение и результатов, полученных от него, то есть быть *эффективным*.

Таким образом, основными характеристиками научного исследования являются методология, организация, ресурсы, объект и предмет, тип, потребность, результат, эффективность.

1.3 Классификация методов научных исследований

Методы научного познания принято подразделять по степени их общности, т. е. по широте применимости в процессе

научного исследования, на: всеобщие (философские), общенаучные и частнонаучные.

Всеобщих методов в истории познания известно два: диалектический и метафизический. Это общеполософские методы. Метафизический метод с середины XIX века начал все больше и больше вытесняться из естествознания диалектическим методом.

Вторую группу методов познания составляют общенаучные методы, которые используются в самых различных областях науки, т. е. имеют весьма широкий, междисциплинарный спектр применения.

В структуре общенаучных методов и приемов чаще всего выделяют три уровня:

- методы эмпирического исследования;
- методы теоретического познания;
- общелогические методы и приемы исследования.

Одни общенаучные методы применяются только на эмпирическом уровне познания (**наблюдение, эксперимент, измерение**), другие – только на теоретическом уровне (**абстрагирование, идеализация, формализация, индукция и дедукция**), а некоторые (**анализ и синтез, аналогия и моделирование**) – как на эмпирическом, так и на теоретическом уровнях.

К третьей группе методов научного познания относятся методы, используемые только в рамках исследований какой-то конкретной науки или какого-то конкретного явления. Такие методы именуется частнонаучными. Каждая частная наука (биология, химия, геология и т. д.) имеет свои специфические методы исследования. При этом частнонаучные методы, как правило, содержат в различных сочетаниях те или иные общенаучные методы познания. В частнонаучных методах могут присутствовать наблюдения, измерения, индуктивные или дедуктивные умозаключения и т. д. Характер их сочетания и использования находится в зависимости от условий исследования, природы изучаемых объектов. Таким образом, частнонаучные методы не оторваны от общенаучных. Они тесно связаны с ними, включают в себя специфическое применение обще-

научных познавательных приемов для изучения конкретной области объективного мира.

Частнонаучные методы связаны и со всеобщим, диалектическим методом, который как бы преломляется через них. Например, всеобщий диалектический принцип развития проявился в биологии в виде открытого Дарвином естественносторического закона эволюции животных и растительных видов. К сказанному остается добавить, что любой метод сам по себе еще не предопределяет успеха в познании тех или иных сторон материальной действительности. Важно еще умение правильно применять научный метод в процессе познания.

1.3.1 Научные методы эмпирического исследования

Слово «эмпирический» буквально означает «то, что воспринимается органами чувств». Когда это прилагательное употребляется по отношению к методам научного исследования, оно служит для обозначения методик и методов, связанных с сенсорным (чувственным) опытом. Поэтому говорят, что эмпирические методы основываются на т. н. «твердых (неопровержимых) данных» («hard data»).

Основная задача эмпирического познания – собрать, описать, накопить факты, произвести их первичную обработку, ответить на вопросы:

- Что есть что?
- Что и как происходит?

Эту деятельность обеспечивают: наблюдение, описание, измерение, эксперимент.

1. Наблюдение. Наблюдение – это целенаправленное изучение объекта познания с целью получить информацию о его форме, свойствах и отношениях. Наблюдение – целенаправленное восприятие явлений без вмешательства в них.

В ходе наблюдений исследователь всегда руководствуется определенной идеей, концепцией или гипотезой. Он не просто регистрирует любые факты, а сознательно отбирает те из

них, которые либо подтверждают, либо опровергают его идеи или гипотезу.

К наблюдению предъявляются достаточно четкие требования: цель наблюдения; выбор методики; план наблюдения; контроль за корректностью и надежностью полученных результатов; обработка, осмысление и интерпретация полученной информации. Элементарное по своей природе наблюдение оказывается далеко не простым. Будучи первичным генератором фактов, наблюдение может быть дорогой к истине, а может проложить путь к заблуждению. Отсюда необходимость особого внимания к наблюдению, четкое выполнение всех требований этой операции познания, а кроме того, осуществление контрольного наблюдения.

2. Описание. Описание – познавательная операция, состоящая в фиксировании результатов опыта (наблюдения или эксперимента) с помощью определенных систем обозначения, принятых в науке.

Описание как бы продолжает наблюдение, оно является формой фиксации информации наблюдения, его завершающим этапом.

С помощью описания информация органов чувств переводится на язык знаков, понятий, схем, графиков, обретая форму, удобную для последующей рациональной обработки (систематизации, классификации, обобщения и т. д.). Описание осуществляется на базе искусственного языка, который отличается логической строгостью и однозначностью.

Описание может быть ориентировано на качественную или на количественную определенность. Количественное описание требует фиксированных измерительных процедур, что обуславливает необходимость расширения фактофиксирующей деятельности субъекта познания за счет включения такой операции познания, как измерение.

3. Измерение. Измерение – это прием в познании, с помощью которого осуществляется количественное сравнение величин одного и того же качества.

Измерение – совокупность действий, выполняемых при помощи определенных средств с целью нахождения числового значения измеряемой величины в принятых единицах измерения.

4. Эксперимент. В отличие от обычного наблюдения, в эксперименте исследователь активно вмешивается в протекание изучаемого процесса с целью получить дополнительные знания. Эксперимент – изучение явлений в контролируемых и управляемых условиях.

Эксперимент – это особый прием (метод) познания, представляющий системное и многократно воспроизводимое наблюдение объекта в процессе преднамеренных и контролируемых пробных воздействий субъекта на объект исследования. В эксперименте субъект познания изучает проблемную ситуацию, чтобы получить исчерпывающую информацию. Исследуемый объект наблюдения контролируется в специально заданных условиях, что обеспечивает возможность фиксировать все свойства, связи, отношения, меняя параметры условий.

Основные особенности эксперимента: а) более активное (чем при наблюдении) отношение к объекту исследования, вплоть до его изменения и преобразования; б) возможность контроля за поведением объекта и проверки результатов; в) многократная воспроизводимость изучаемого объекта по желанию исследователя; г) возможность обнаружения таких свойств явлений, которые не наблюдаются в естественных условиях.

Виды (типы) экспериментов весьма разнообразны. Так, по своим функциям выделяют исследовательские (поисковые), проверочные (контрольные), воспроизводящие эксперименты. По характеру объектов различают физические, химические, биологические, социальные и т. п. Существуют эксперименты качественные и количественные.

5. Сравнение выявление сходства или различия объектов или их признаков.

Сравнение – познавательная операция, выявляющая сходство или различие объектов (либо ступеней развития одного и

того же объекта), т. е. их тождество и различия. Оно имеет смысл только в совокупности однородных предметов, образующих класс. Сравнение предметов в классе осуществляется по признакам, существенным для данного рассмотрения. При этом предметы, сравниваемые по одному признаку, могут быть несравнимы по другому.

Сравнение является основой такого логического приема, как аналогия, и служит исходным пунктом сравнительно-исторического метода. Его суть – выявление общего и особенного в познании различных ступеней (периодов, фаз) развития одного и того же явления или разных сосуществующих явлений.

Чистых эмпирических методов в научном познании не бывает, так как даже для простого наблюдения необходимы предварительные теоретические основания – выбор объекта для наблюдения, формулирование гипотезы и т.д.

1.3.2 Научные методы теоретического исследования

Абстрагирование – процесс мысленного отвлечения от ряда свойств и отношений изучаемого явления с одновременным выделением интересующих исследователя свойств (прежде всего существенных, общих). В результате этого процесса получают различного рода «абстрактные предметы», которыми являются как отдельно взятые понятия и категории («белизна», «развитие», «противоречие», «мышление» и др.), так и их системы. Наиболее развитыми из них являются математика, логика, диалектика, философия.

Выяснение того, какие из рассматриваемых свойств являются существенными, а какие второстепенными – главный вопрос абстрагирования. Этот вопрос в каждом конкретном случае решается прежде всего в зависимости от природы изучаемого предмета, а также от конкретных задач исследования.

Например, при генетическом анализе условно принимается, что скрещиваемые организмы (при моногибридном скрещивании) отличаются друг от друга по одной паре генов, хотя на

самом деле их количество измеряется тысячами и миллионами. Этот приём облегчает процесс отслеживания их возможной комбинации у потомства и наследования определённых признаков [11].

Метод восхождения от абстрактного к конкретному заключается в условном расчленении объекта исследования, описании его свойств при помощи множества понятий и характеристик, превращая в совокупность зафиксированных мышлением абстракций, односторонних определений. На следующем мыслительном этапе объект восстанавливается во всей своей многогранности, но уже в мыслительном виде. Этот метод представляет собой процесс познания, согласно которому мышление восходит от конкретного в действительности к абстрактному в мышлении и от него – к конкретному в мышлении.

Идеализация – создание понятий для объектов, не существующих в действительности, но имеющих прообраз в ней (геометрическая точка, шар, идеальный газ). Идеализация – это метод, позволяющий сконструировать особые абстрактные объекты, которыми оперирует теоретическое познание, создавая модельные представления об изучаемой предметной области (частные или фундаментальные теоретические схемы).

Теоретические утверждения, как правило, непосредственно относятся не к реальным объектам, а к идеализированным объектам, познавательная деятельность с которыми позволяет устанавливать существенные связи и закономерности, недоступные при изучении реальных объектов, взятых во всём многообразии их эмпирических свойств и отношений [12]. Например, чтобы определить генную, генотипическую или фенотипическую структуру такого сложного объекта как популяция, используется закон Харди-Вайнберга, который основан на идеализированной популяции, но позволяющий при этом с высокой вероятностью отразить объективные процессы, происходящие в реальной популяции [11].

Формализация – отображение знания в знаковом, символическом виде (в математических формулах, химических

символах и т. д.); Формализованный язык создается для точного выражения мыслей с целью исключения возможности для неоднозначного понимания. При формализации рассуждения об объектах переносятся в плоскость оперирования со знаками (формулами), что связано с построением искусственных языков (язык математики, логики, химии и т. п.). Формализация служит основой для процессов алгоритмизации программирования вычислительных устройств, а тем самым и компьютеризации не только научно-технического, но и других форм знания. Главное в процессе формализации состоит в том, что над формулами искусственных языков можно производить операции, получать из них новые формулы и соотношения. Тем самым операции с мыслями о предметах заменяются действиями со знаками и символами.

Формализация, таким образом, есть обобщение форм различных по содержанию процессов, абстрагирование этих форм от их содержания. Она уточняет содержание путем выявления его формы и может осуществляться с различной степенью полноты.

Метод формализации помогает выработать общий подход к исследованию целого класса объектов, несмотря на существующие различия между ними, поскольку их объединяют единые структурные характеристики.

Гипотетико-дедуктивный метод – способ научного познания наблюдаемых явлений, состоящий в выдвижении (конструировании) таких объясняющих их гипотез, из которых описывающие эти явления высказывания следовали бы чисто логически (дедуктивно) в качестве их следствий. Заключение, полученное на основе данного метода, неизбежно будет иметь вероятностный характер.

Разновидностью гипотетико-дедуктивного метода можно считать *математическую гипотезу*, где в качестве гипотез выступают некоторые уравнения, предоставляющие модификацию ранее известных и проверенных состояний.

Индукция – движение мысли от единичного (опыта, фактов) к общему (их обобщению в выводах) и **дедукция** – вос-

хождение процесса познания от общего к единичному. Это противоположные, взаимно дополняющие ходы мысли. Поскольку опыт всегда бесконечен и неполон, то индуктивные выводы всегда имеют проблематичный (вероятностный) характер. Индуктивные обобщения обычно рассматривают как опытные истины (эмпирические законы).

1.3.3 Общелогические методы и приемы научного исследования

Анализ – реальное или мысленное разделение объекта на составные части, выделение отдельных признаков и качеств явления, процесса или отношений явлений, процессов с целью их самостоятельного изучения. Анализ входит составной частью во всякое научное исследование и обычно образует его первую фазу, когда исследователь переходит от нерасчленённого описания изучаемого объекта к выявлению его строения, состава, его свойств и признаков. Один и тот же объект можно анализировать во многих аспектах.

Синтез – объединение различных элементов, сторон предмета в единое органическое целое (систему). Результат синтеза – совершенно новое образование.

Применяя эти приемы исследования, следует иметь в виду, что, во-первых, анализ не должен упускать качество предметов. В каждой области знания есть свой предел членения объекта, за которым мы переходим в иной мир свойств и закономерностей (атом, молекула и т.п.). Во-вторых, разновидностью анализа является также разделение классов (множеств) предметов на подклассы – их классификация и периодизация. В-третьих, анализ и синтез диалектически взаимосвязаны. Но некоторые виды научной деятельности являются по преимуществу аналитическими (например, аналитическая химия) или синтетическими (например, синергетика).

Аналогия (соответствие, сходство) – установление сходства в некоторых сторонах, свойствах и отношениях между

нетождественными объектами. На основании выявленного сходства делается соответствующий вывод – умозаключение по аналогии. Его общая схема: объект В обладает признаками а, b, с, d; объект С обладает признаками b, с, d; следовательно, объект С, возможно, обладает признаком а. Тем самым аналогия дает не достоверное, а вероятное знание. При выводе по аналогии знание, полученное из рассмотрения какого-либо объекта («модели»), переносится на другой, менее изученный и менее доступный для исследования объект. **Моделирование** – метод исследования определенных объектов путем воспроизведения их характеристик на другом объекте – модели, которая представляет собой аналог того или иного фрагмента действительности (вещественного или мыслительного) – оригинала модели. Между моделью и объектом, интересующим исследователя, должно существовать известное подобие (сходство) – в физических характеристиках, структуре, функциях и др.

Формы моделирования весьма разнообразны и зависят от используемых моделей и сферы применения моделирования. По характеру моделей выделяют материальное (предметное) и идеальное моделирование, выраженное в соответствующей знаковой форме. Материальные модели являются природными объектами, подчиняющимися в своем функционировании естественным законам физики, механики и т. п. При материальном (предметном) моделировании конкретного объекта его изучение заменяется исследованием некоторой модели, имеющей ту же физическую природу, что и оригинал (модели самолетов, кораблей, космических аппаратов и т. п.).

При идеальном (знаковом) моделировании модели выступают в виде графиков, чертежей, формул, систем уравнений, предложений естественного и искусственного (символы) языка и т. п. В настоящее время широкое распространение получило математическое (компьютерное) моделирование.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение термину «наука».
2. Что понимают под методологией научных исследований?
3. Каковы цель и главные функции науки?
4. Назовите уровни научных исследований
5. Назовите методы эмпирического исследования.
6. Назовите методы теоретического исследования.

Тема 2. Методы научных исследований и постановки опытов в животноводстве

Современное животноводство базируется на новейших достижениях науки и передового опыта. Знание методов научных исследований применяемых в животноводстве необходимо исследователю для проведения собственной экспериментальной работы и для оценки объективности данных других исследователей. Основы опытного дела в животноводстве подробно изложены в трудах А.И. Овсянникова (1976). Основными из этих методов являются наблюдение и эксперимент.

2.1 Методы научных исследований в животноводстве

Наблюдение – направленное и планомерное восприятие объектов и явлений окружающей действительности. Этими объектами в зоотехнии являются животные. Следовательно, наблюдение в зоотехнии – это изучение животных в естественных условиях без вмешательства в их поведение.

Научное наблюдение – строится по заранее обдуманному плану, ведется систематически, имеет строго определенную задачу. Научное наблюдение включает: выбор объекта (например, коровы), определение цели (изучение поведенческих реакций), описание, выводы. Успех наблюдения зависит от ясности и конкретности поставленной цели, наличия необходимых предварительных знаний о наблюдаемых объектах, от умения анализировать и систематизировать материал наблюдений, от четкости фиксации результатов наблюдений в форме описания, чертежа, рисунка, фотоснимка и т. д. При проведении наблюдений используют различные технические средства: фотоаппараты, кино- и видеоаппаратуру и т. д. Для наблюдения за ростом и развитием животных их взвешивают, измеряют, используя соответствующее оборудование (весы, измерительные ленты, циркули и др.). Современные электронные микроскопы позволяют проводить наблюдения на молекулярном уровне.

Однако даже по мере развития науки метод непосредственного наблюдения не теряет своего значения.

Описание, или фиксация результатов наблюдения должно с максимальной объективностью отражать самое существенное, типичное в наблюдаемых явлениях. Описание наблюдений может иметь различные формы: структурное, функциональное, генетическое.

При *структурном* описании фиксируются особенности экстерьера, конституции, при *функциональном* – функции отдельных органов и систем организма, их взаимодействие, при *генетическом* – процессы генезиса (genesis – происхождение) отдельных пород, линий животных.

Описание может быть полным, когда освещаются все элементы, например, описание всех костей скелета. *Полное описание* возможно лишь, когда элементов, составляющих объект исследования сравнительно немного, когда они доступны для исследователя и если в этом есть необходимость.

В большинстве случаев используют *выборочное описание*. Например, невозможно описать всех животных данной породы, достаточно описать лучших из них.

Выводы – логическое обобщение результатов наблюдений. Чтобы сделать объективные выводы, необходима эрудиция, талант, а в ряде случаев, и гениальность исследователя.

Немаловажную роль в научных исследованиях имеет *обследование*. Это наблюдение объектов и явлений с помощью органолептических приемов с использованием различных приборов, аппаратов с последующим описанием. Часто обследование проводят экспедиционным методом, позволяющим получать достоверные данные в различных природных зонах страны.

Историческое сравнение – это сопоставление материалов наблюдений в разные периоды времени. Так, сравнивая данные продуктивности, экстерьера, конституции животных одной породы в разные годы можно установить, совершенствуется данная порода или, наоборот, деградирует. Результаты наблюдений за породами отражают в племенных книгах, анализ кото-

рых позволяет проследить эволюцию породы, научно определить направление дальнейшей работы с ней.

Логический метод состоит в обобщении имеющихся фактов, приобретенных всеми другими методами исследования с целью получения новых выводов или построения новых гипотез. Научное наблюдение может производиться не только в условиях невмешательства наблюдателя в протекание явлений (наблюдение в естественных условиях), но и в условиях эксперимента.

Эксперимент (от латинского *experimentum* – проба, опыт) – метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются изучаемые явления. *Зоотехнический эксперимент (опыт)* – это изучение ответных реакций животных в специально создаваемых, регулируемых и контролируемых условиях. Из ответных реакций в первую очередь определяют показатели продуктивности. Но чтобы установить причины изменения продуктивности, определяют физиологические, биохимические и другие показатели.

По сравнению с другими методами исследований эксперимент имеет ряд преимуществ:

- в отличие от простого наблюдения он является активным методом познания, так как исследователь воздействует на подопытных животных, создает им условия, которые его интересуют;
- эксперимент можно неоднократно повторять при одних и тех же или при измененных условиях и, следовательно, получать более объективные данные;
- рамки эксперимента возможно расширить. Например, в медицине эксперименты над человеком недопустимы и тогда используют результаты опытов на животных – его заменителях (обезьянах, белых мышах, крысах и т.д.).

Особенность зоотехнических опытов в том, что они являются сравнительными. В них сравнивают или действие различных факторов на одинаковых (сходных) животных, или действие одинаковых факторов, но на разных животных (по породе, полу и т.д.). При этом один из вариантов сравнения

(группа животных или рацион) принимается за контроль (эталон), а другие – за испытуемые.

Под фактором понимается любое влияние, действующее на изучаемый хозяйственно-полезный признак. *Факторы* могут быть:

- физические (температура, влажность, освещенность, уровень радиации и др.);
- химические (состав рациона, различные питательные, биологически активные вещества);
- биологические (наследственность, порода, пол, возраст);
- условия содержания, например, напольное и клеточное содержание цыплят-бройлеров;
- специфические признаки, например, длина ног как фактор, влияющий на резвость лошади.

Различают **три вида** зоотехнических опытов: научно-хозяйственные, хозяйственные (производственные) и физиологические.

Научно-хозяйственные опыты служат для изучения разных факторов на хозяйственно-полезные признаки: показатели продуктивности, воспроизводства, состояние здоровья и др. Опыты проводят в условиях хозяйств, т. е. на производстве, на ограниченном количестве сельскохозяйственных животных.

Хозяйственные (производственные) опыты служат для апробации (проверки) данных, полученных в научно-хозяйственных опытах. Их проводят также на производстве (в хозяйствах), но уже на большом количестве сельскохозяйственных животных. Эти опыты проводят длительное время, иногда несколько лет.

Постановка опытов связана с определенным риском, в них могут получаться и отрицательные результаты. Поэтому при небольшом числе животных в научно-хозяйственных опытах ущерб будет меньшим. Кроме того, на ограниченном поголовье легче проводить более углубленные исследования с определением физиологических, биохимических и других показателей. Если в этих опытах достигнуты положительные результаты, их апробируют уже на большом поголовье живот-

ных, но с менее углубленными научными исследованиями. Речь идет уже о внедрении научных достижений в производство.

Физиологические (научные) опыты проводят для изучения отдельных сторон жизнедеятельности организма, например, переваримости питательных веществ, обмена веществ, газообмена и т. д. Их проводят или на фоне научно-хозяйственных опытов или отдельно.

Планирование экспериментальных исследований. Результативность научных исследований во многом определяют продуманным их планированием. В научных учреждениях, как правило, составляют перспективные планы, обычно пятилетние, а также рабочие программы на предстоящий календарный год. Планирование осуществляется с учетом основных этапов научного исследования:

- выбор и обоснование темы исследования;
- сбор научной информации по теме;
- разработка и утверждение методики эксперимента;
- порядок проведения экспериментальных исследований;
- обработка экспериментальных данных;
- литературное оформление результатов исследований, включающее выводы.

Выбор и обоснование темы – наиболее ответственная часть каждого научного исследования. Обязательным условием является актуальность темы, то есть она должна иметь как теоретическое, так и практическое значение, пользу для производства. А это возможно лишь при использовании инновационного подхода к планированию. Экономическая категория инновация (англ. innovation – нововведение) означает реализованный на рынке результат деятельности по созданию новых продуктов, новых технологий. Под продуктами здесь понимаются предметы, вещества и т.п. как результат труда в какой-либо отрасли производства. Например, кормовые добавки, консерванты кормов, лекарственные средства и т. д.

Успех исследования зависит и от того, насколько четко и конкретно поставлены задачи, требующие решения.

Сбор информации. На стадии планировании темы научной работы, при ее обосновании проводят патентные исследования, которые заключаются в поиске, отборе и анализе научно-технической информации по данной тематике. Это позволяет оценить новизну данной темы, использовать в своей работе лучшие мировые достижения для получения новых технических решений.

Разработка и утверждение методики эксперимента. Эксперимент (опыт) начинают лишь тогда, когда составлена, обсуждена, одобрена специалистами и утверждена методика его проведения. Запрещается проведение опыта без утвержденной методики. Прежде чем составить методику, необходимо тщательно изучить научную литературу по теме исследования.

Примерная схема методики опыта:

- наименование темы, а при необходимости, и разделов;
- календарные сроки выполнения темы;
- научные руководители и ответственные исполнители;
- обоснование темы;
- место проведения опыта, метод его постановки, схема опыта, вид, половозрастная группа животных;
- кормление и содержание подопытных животных;
- учет результатов опыта: проводимые исследования, методы и время;
- документация по опыту;
- предполагаемые результаты (рабочая гипотеза);
- календарный план работы по опыту;
- смета расходов и список материалов, требующихся для проведения опыта: затраты на корма, реактивы, заработную плату и т.д.

Выводы – окончательный этап работы, они в сжатой лаконичной форме выражают главные результаты исследования. Важнейшее требование к выводам в том, что они должны

отражать истину. Выводы должны логически вытекать из экспериментальных данных.

2.2 Методы постановки зоотехнических экспериментов (опытов)

Успешное проведение экспериментальных работ на животных в первую очередь зависит от правильности выбора методики проведения опыта. В основе всех зоотехнических опытов заложен метод сравнения, где на основе сходства и равенства всех факторов между группами или периодами, за исключением изучаемого, устанавливается влияние последнего.

Выбор схемы проведения опыта на животных, а, следовательно, и методики проведения эксперимента, зависит от цели эксперимента и количества животных, находящихся в распоряжении исследователя. При проведении опытов необходимо правильно формировать группы животных, которые должны быть аналогичны по полу, возрасту, живой массе, физиологическому состоянию. В экспериментах, связанных с изучением вопросов разведения и генетики, следует учитывать происхождение.

В настоящее время при постановке и проведении экспериментальных работ с животными применяется обобщенная академиком А.И. Овсянниковым схема научных и научно-хозяйственных опытов, которые основаны на принципах аналогичных групп или групп-периодов (рисунок 1).

2.2.1 Методы опытов, построенных по принципу аналогичности групп

Метод однойцовых двоен. Сущность метода в том, что пары аналогов представлены однойцовыми двойнями, или идентичными близнецами, то есть практически одинаковыми животными. Этим самым исключается влияние индивидуальных особенностей животных на исход опыта. Поэтому живот-

ных для опыта требуется немного: достаточно 3-4 головы в каждой группе.

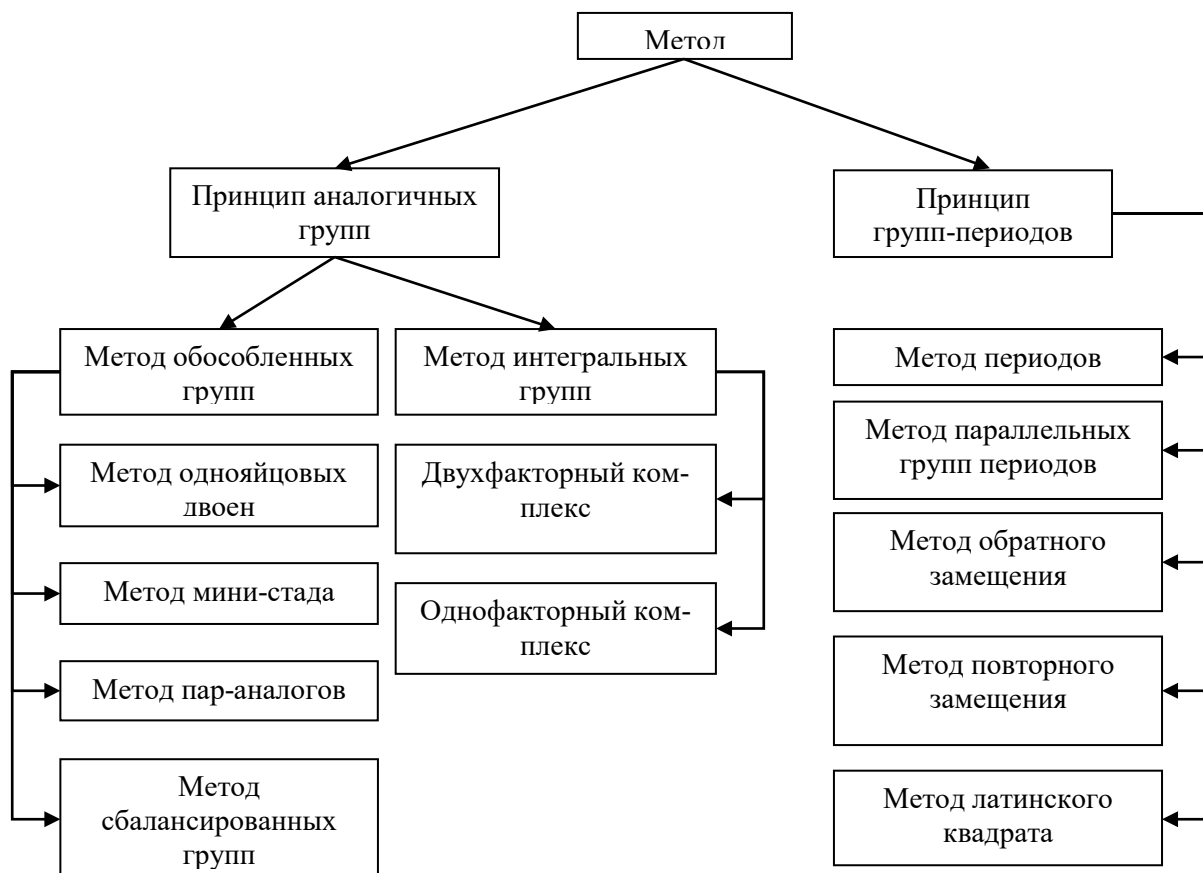


Рисунок 1 – Схема научных и научно-хозяйственных опытов

Однойцовые двойни образуются в результате оплодотворения сперматозоидом одной яйцеклетки с двумя ядрами, либо яйцеклетками с одним ядром, но сперматозоидом с двумя ядрами. Яйцеклетка может содержать 3 и более ядер и тогда рождается соответственно 3 и более однойцовых близнецов. Благодаря большой однородности между группами использование этого метода дает наиболее объективные результаты. Недостаток метода в трудности формирования групп. Можно сформировать только две группы, а, следовательно, изучить только один фактор.

Метод пар-аналогов (парный метод) является основным и наиболее универсальным методом зоотехнических исследований.

Сущность метода: комплектование подопытных групп производится путем подбора аналогов сходных животных, которых распределяют таким образом, чтобы каждому животному в одной группе соответствовал аналог под этим же порядковым номером в другой группе. Если две группы, подбирают пары, если три – по три аналога под порядковыми номерами: 1-1-1, 2-2-2 и т.д.

Аналогичность должна быть соблюдена по полу, генотипу (породе, породности, происхождению), возрасту, физиологическому состоянию, по основным продуктивным и другим качествам.

Требования к аналогам:

1. *Порода и тип животных.* Аналогами могут быть только животные одной породы, желательно чистопородные, у них меньше изменчивость. Подопытные животные должны быть типичными для данной породы.

2. *Происхождение.* У многоплодных животных, например, свиной аналогов отбирают из одного помета.

3. *Пол.* Аналогами могут быть только животные одного пола. Например, у бычков приросты массы на 10-15 % выше, чем у телок.

4. *Живая масса.* Допускаются различия между аналогами до 10 % и не более 2-5 % от среднего показателя для взрослых животных и до 5 % – для молодняка.

5. *Продуктивность.* Допускаются различия до 8-10 % в удоях, шерстности, яйценоскости.

6. *Возраст.* Различия до 5 % от нормального срока производственного использования. Для молодняка крупного рогатого скота разница между аналогами не более 10-15 дней, а внутри группы не более 20-25 дней, для лактирующих коров – должны быть одного года рождения и иметь одинаковое количество лактаций, у многоплодных животных (свиньи, кролики) – отбирают из одного помета,

7. *Физиологическое состояние.* Различия в сроках беременности до 5 % от всей продолжительности плодоношения, по срокам отела у коров – 10-15 дней.

8. *Состояние здоровья.* Животные должны быть здоровыми, с нормальной половой функцией. Обязателен их осмотр ветврачом. В необходимых случаях проводят ветеринарные обработки, вакцинации, дегильминтизации и т.д.

9. *Упитанность* должна быть средняя, или заводская. Истощенные или ожиревшие животные для опыта не годятся.

10. *Индивидуальные особенности:* состояние аппетита, температура, агрессивность также учитывают при подборе аналогов.

Количество групп в опыте зависит от количества изучаемых факторов, плюс одна контрольная группа. Для физиологических исследований требуется не менее трех животных, а для научно-хозяйственных – не менее 10-15 животных в каждой группе.

Сформированные группы животных по принципу пар-аналогов проверяют по средне групповым показателям. Отклонения по количественным признакам между группами должно быть минимальным и составлять в среднем не более 2 %. Затем одну из них (любую, определяют путем жеребьевки) используют как опытную, а другую в качестве контрольной группы (табл. 1).

Таблица 1 – Схема организации опыта по методу пар-аналогов при изучении влияния одного фактора

Группы	Уравнительный период	Переходный период	Главный (учетный) период
1. Контрольная	ОК	ОК	ОК
2. Опытная	ОК	ОК ± фактор А (постепенно)	ОК ± фактор А
Минимальная продолжительность	15 суток	7-10 суток	45-60 суток

Примечание: ОК – основной комплекс

Контрольная группа животных во все периоды опыта получает основной комплекс (ОК) факторов кормления и содержания. Опытная группа в переходный период постепенно начинает получать изучаемый фактор (А) сверх основного комплекса или вместо части его. В главный период опытная группа получает изучаемый фактор в полном объеме.

Результаты опыта оценивают по разности в показателях между группами в главный период опыта.

Назначение периодов

Уравнительный период имеет цель – адаптировать животных к новым условиям содержания и кормления, уравнивать подопытные группы. Возможна перестановка животных из группы в группу или их замена. Изучают поведение животных в группе, поедаемость кормов, проводят зооветобработки (обрезка копыт и рогов, прививки и т.д.). Продолжительность уравнительного периода зависит от цели и задач исследования, и составляют обычно 2-3 недели. В опытах по кормлению на продолжительность уравнительного периода влияет скорость прохождения кормов через пищеварительный тракт. У разных видов животных она разная: у овец – около 3 недель, у взрослого крупного рогатого скота – около 2 недель, у телят – молочников, лошадей, свиней, взрослой птицы – около 1 недели. Столько же может длиться и уравнительный период. Этот период можно исключить в опытах на телятах молозивного периода, на цыплятах, когда группы формируют в суточном возрасте.

Переходный период необходимо для постепенного перехода на изучаемый режим, то есть изучаемый фактор вводят постепенно во избежание стрессов. Например, при введении в рацион небелковых азотистых добавок на полную дозу переходят постепенно в течение 10-15 дней, иначе неизбежно отравление животных. Перевод

животных из группы в группы в этот период не допускается. Но переходный период можно исключить, если изучаемый фактор не оказывает резкого влияния на животных. Например, добавку витаминных препаратов можно включить в рацион сразу в полном объеме.

Продолжительность переходного периода зависит от цели и задачи опыта.

Главный (учетный) период опыта начинается сразу после переходного. Животные получают изучаемый фактор в полном объеме. Минимальная продолжительность периода 45-60 суток. Часто этот период занимает весь производственный или физиологический цикл, например, период откорма, выращивания, лактации, беременности и т.д. В главный период определяют показатели продуктивности, расход кормов, изучают биохимические показатели крови, продукции, баланс отдельных веществ в организме и т.д. в соответствии с методикой опыта. Если в этот период выбывает по какой-либо причине животное из одной группы, то его аналог из другой группы тоже выводится из опыта.

Метод пар-аналогов является основным в опытной работе. Он позволяет изучить действие различных факторов (наследственных, кормленческих, технологических и др.) на животных в течение длительного периода, то есть в динамике развивающегося организма. Поэтому этот метод дает возможность сделать более обоснованные выводы, получить более объективные данные. Недостаток метода в том, что оценка изучаемых факторов производится на разных, хотя и сходных животных, но полного сходства групп добиться невозможно. Метод требует большего числа животных, а это ведет к увеличению затрат на проведение опыта.

Метод сбалансированных групп-аналогов.

Этот метод применяется в том случае, когда нет возможности отобрать необходимое количество аналогичных пар животных согласно схеме опыта и нет достаточных данных об их происхождении. Поэтому для опыта отбирают примерно одинаковых животных по возрасту, живой массе, т.е. по фенотипическим признакам, в количестве 1,5-2 раза больше, чем нужно для метода пар-аналогов (25-30 голов). Этим компенсируются возможные генотипические различия животных. Отобранных для опыта животных по группам распределяют случайным методом (рэндомизировано), что является важным методическим моментом. В этом методе соблюдается лишь аналогичность сравниваемых групп по их средним показателям в целом, а не аналогичность отдельных пар животных. Если разница между средними показателями по группам превышает 5 %, животных заменяют.

Метод групп-аналогов достаточно часто применяется в зоотехнических исследованиях и может дать достаточно обнадеживающие результаты только при высокой степени достоверности сравниваемых показателей ($P < 0,05$ и выше). Для глубоких физиологических и биохимических исследований этот метод не применим.

Метод миниатюрного, или модельного стада (министада)

Сущность метода: по принципу случайного отбора (жеребьевкой) формируют опытную группу (министадо), которая должна быть моделью (копией) всего стада. При формировании министада поголовье фермы условно распределяют на отдельные части с учетом продуктивности, физиологического состояния и от каждой из этих частей отбирают по 10-15 % животных в министадо (таблица 3). Сформированное министадо (40 голов) является опытной группой, которая будет получать изучаемый фактор. Контролем будет

служить общее стадо фермы (360 голов) Если потребуется изучить два фактора, надо сформировать два мини-стада (табл. 2).

Таблица 2 – Схема отбора коров в мини-стадо

Годовой удой, кг	Количество коров	Отобрано в мини-стадо (10 %), голов	Осталось коров в основном стаде
3500-4000	80	8	72
4001-4500	120	12	108
4501-5000	110	11	99
5001-5500	90	9	81
Всего	400	40	360

Мини-стадо не может быть однородным, так как его состав определяется структурой стада в целом. Метод мини-стада успешно применяют для проведения длительных опытов по кормлению, содержанию животных, по изучению различных технологий в животноводстве, можно его использовать и для изучения генетических факторов продуктивности (порода, линия и др.).

Метод интегральных групп. Слово интегральный в переводе с латинского означает неразрывно связанный, цельный, единый. Этот метод позволяет получить информацию о влиянии нескольких факторов в одном эксперименте.

Сущность данного метода в том, что он позволяет изучить действие на животный организм каждого фактора в отдельности, а также их совместное (единое) действие в различных сочетаниях. В исследовательской работе применяется две разновидности этого метода: *двухфакторный* и *многофакторный*.

Метод двухфакторного комплекса. Этим методом изучают влияние двух факторов одновременно при разном их уровне. Для этого отбирают необходимое количество групп животных, в каждой из которых изучают влияние разных уровней двух факторов.

Например, для изучения этим методом влияния добавок солей двух микроэлементов: меди и кобальта (двух факторов) в рационах

поросят-отъемышей потребуется 4 подопытных групп (табл. 3). Отбор животных в группы осуществляют так же, как и в методе групп-аналогов.

Таблица 3 – Схема двухфакторного комплекса

Группы	Добавки солей	
	меди	Кобальта
1. Контрольная	-	-
2. Опытная	+	-
3. Опытная	-	+
4. Опытная	+	+

Вторая и третья опытные группы получают по одному из изучаемых микроэлементов в отдельности, четвертая группа – оба микроэлемента. Результаты опыта оценивают по разности в показателях между каждой из опытных групп и контрольной, а также – между опытными группами.

Метод многофакторного комплекса. Применяют когда необходимо изучить одновременное влияние многих факторов (более двух) при различных их сочетаниях. Метод имеет такую же схему, что и приведенный выше, но включает в себя большее число групп и, следовательно, является более громоздким, что затрудняет работу исследователя.

Например, при изучении действия трех микроэлементов меди, кобальта, йода (трех факторов) уже потребуется 8 подопытных групп (табл. 4).

Таблица 4 – Схема трехфакториального комплекса

Группы	Добавки солей		
	меди	кобальта	йода
1. Контрольная	-	-	-
2. Опытная	+	-	-
3. Опытная	-	+	-
4. Опытная	-	-	+
5. Опытная	+	+	-
6. Опытная	-	+	+
7. Опытная	+	-	+
8. Опытная	+	+	+

Опыт дает возможность определить действие каждого фактора в отдельности, выделить оптимальные сочетания их совместного действия, установить также угнетение одного фактора другим. Такой многосторонний анализ опыта отражает множественные зависимости, которые наблюдаются в природе. Метод интегральных групп удобен и для изучения влияния разных уровней: высокого (+) и низкого (-) разных элементов питания, например, протеина и жира (двухфакториальный комплекс), протеина, жира и углеводов (трехфакториальный комплекс).

Достоинство метода в том, что он дает возможность получить большой объем научной информации, а недостаток – в громоздкости опытов: требуется большое число подопытных групп, комплектование которых представляет значительные трудности, возрастают затраты на экспериментальные исследования.

2.2.2 Методы опытов, построенных по принципу групп-периодов

Второй принцип зоотехнических исследований принцип **групп-периодов** включает методы: *периодов, параллельных групп-периодов, обратного замещения (стандартный и без контрольной группы), повторного замещения (двукратный и многократный), латинского квадрата (стандартный и по Лукасу).*

Метод периодов – это один из первых методов, который был использован в опытной работе. *Сущность метода:* действие изучаемого фактора испытывается на одной группе животных, но в разные периоды времени.

Схема организации опыта методом периодов представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Схема постановки опыта методом периодов

Группа	Предварительный период	Первый опытный период	Второй (главный) опытный период	Третий (заключительный или контрольный) период
1	ОК	ОК	ОК+А	ОК
Продолжительность периода, суток	15	25-30	30-60	25-30

Примечание: ОК – основной комплекс; А – изучаемый фактор

Для опыта подбирают одну группу сходных животных в количестве не менее 5-6 голов. С понижением сходства животных возрастает их количество в группе. Животные должны быть одного пола, одной породы. Сходство считается хорошим, если разница не превышает 5 %: по живой массе и продуктивности, по возрасту нормального срока производственного использования, в сроке беременности от продолжительности плодоношения, во времени опороса или окота – 3-6 дней, во времени отела или выжеребки – 1,5-2 недели.

Назначение периодов Цель предварительного периода – проверить сходство (аналогичность) отобранных животных в группу. В этот период допускается замена животных. Например, заменяют животных с плохим аппетитом или слишком драчливых, вызывающих стрессовое состояние у остальных. В предварительный период животных переводят с хозяйственного на основной опытный рацион в опытах по кормлению. Минимальная длительность предварительного периода 15 дней. После этого периода всякое изменение состава подопытной группы уже не допускается.

В первый опытный период животные находятся на основном комплексе (ОК). В опытах по кормлению – это основной рацион (ОР). Проводят все исследования согласно методике, то есть определяют показатели продуктивности, физиологические, биохимиче-

ские и др. Минимальная продолжительность этого периода 25-30 суток.

Во второй, или главный период опыта дополнительно к основному комплексу или вместо части его животные получают изучаемый фактор А, или этот фактор исключается из основного комплекса, если он в него входил. Например, в опытах по кормлению изучаемыми факторами могут быть новые кормовые добавки: протеиновые, минеральные, витаминные, вкусовые и т.д., в опытах по зоогигиене различные виды излучений (инфракрасное, ультрафиолетовое), различные световые, температурные режимы и т.д.

В этот период продолжают изучение ответных реакций подопытных животных согласно методике. Длительность главного периода обычно составляет 1-2 месяца.

В третий (заключительный, или контрольный период), как и в первый опытный действие изучаемого фактора исключается, но продолжают определять изучаемые показатели. Этот период необходим для того, чтобы убедиться, действительно ли изменение продуктивности, состояния здоровья и т.д. определяются действием изучаемого фактора, а не случайными обстоятельствами. Продолжительность этого периода 25-30 суток. О результатах опыта судят по разности в показателях, в первую очередь продуктивности, между главным периодом, когда животные получали изучаемый фактор, и первым, а так же третьим периодами, когда данный фактор был исключен. Оценка результатов опыта проводится по разности в показателях между периодами.

Достоинства периодического метода:

– исключается влияние индивидуальных особенностей животных на исход опыта, так как мы сравниваем между собой одних

и тех же животных, но в разные периоды времени, ведь опыт проводят на одной группе;

– небольшая численность подопытных животных, а значит, проще учитывать их ответные реакции;

– меньше затрат на проведение опыта.

Недостатки периодического метода:

– действие случайных обстоятельств, или фактора времени на исход опыта.

Со временем изменяются условия внешней среды: погода, условия содержания и кормления; изменяются также и сами животные. Эти изменения связаны с их ростом, развитием или изменением физиологического состояния (беременность, период лактации). Иногда совокупность этих изменений может оказать на животных большее влияние, чем изучаемые факторы. Вот почему периоды должны быть непродолжительными, чтобы ограничить действие фактора времени. Но за короткое время трудно изучить действие изучаемого фактора, то есть трудно получить объективные, достоверные данные;

– трудности с учетом последствия изучаемого фактора.

Например, в главный период животные получали витаминную добавку. В заключительный период она исключается, но определенное время сохраняется последствие этой добавки на животных.

Главное требование периодического метода: обеспечить животным во все периоды максимально сходные условия кормления и содержания, за исключением изучаемого фактора.

Применяют этот метод в основном в опытах на взрослых животных, так как у них меньше изменчивость, чем у молодняка.

Метод групп-периодов. *Сущность метода:* с опытной группой эксперимент проводится периодическим методом. Дополни-

тельно вводится контрольная группа, которая не получает изучаемый фактор.

Об эффективности действия изучаемого фактора А, который животные второй группы получают во второй период дополнительно к основному комплексу (ОК) или вместо части его проводят сравнения по двум направлениям: по горизонтали, сравнивая показатели опытной группы между вторым периодом с первым и третьим, а также по вертикали: по разнице в показателях второго периода между опытной группой и контрольной. Наличие контрольной группы позволяет исключить влияние случайных обстоятельств на исход опыта (таблица 6).

Таблица 6 – Схема опыта методом групп-периодов

Группы	Предварительный период	Первый опытный период	Второй опытный период	Третий опытный период
Контрольная	ОК	ОК	ОК	ОК
Опытная	ОК	ОК	ОК+А	ОК

Опыты этим методом проводят в основном на взрослых животных для изучения действия одного фактора.

Метод параллельных групп периодов применяется в случаях, когда одновременно изучают действие нескольких факторов. Для изучения влияния отдельного фактора выделяют отдельную группу, то есть от числа изучаемых факторов будет зависеть количество групп. Здесь возможна независимая оценка влияния каждого изучаемого фактора в отдельности, а так же сравнение их относительной эффективности, если опытные группы животных комплектовались аналогичными животными. Применяется редко и, главным образом, в краткосрочных опытах по кормлению.

Например, изучить действие добавок в рацион кормовой и сахарной свеклы. В этом случае опыт проводят по схеме, представленной в таблице 7.

Таблица 7 – Схема опыта методом параллельных групп-периодов

Группы	Предварительный период 15 суток	Первый опытный период 25-30 суток	Второй (главный) опытный период 30-60 суток	Третий (заключительный) опытный период 25-30 суток
Контрольная	ОР	ОР	ОР + кормовая свекла	ОР
Опытная	ОР	ОР	ОР + сахарная свекла	ОР

В схеме указана минимальная продолжительность периодов. Различие между группами в том, что во второй (главный) период одна из групп дополнительно к основному рациону (ОР) получает кормовую, а вторая – сахарную свеклу. Об эффективности действия каждого из этих корнеплодов судят по разнице в показателях продуктивности второго периода с первым и третьим внутри каждой группы, а чтобы определить, какой из корнеплодов эффективнее сравнивают показатели между первой и второй группами в главный период.

Метод групп-периодов с обратным замещением предложил профессор Е.А. Богданов для проведения опытов по кормлению на взрослых животных. В нем сочетаются положительные стороны периодического и группового методов, так как ограничивается влияние на исход опыта индивидуальных особенностей животных и фактора времени. Метод имеет два варианта: *стандартный и без контрольной группы*. В стандартном методе вводят контрольную группу, во втором – ее исключают. При этом методе сравнивают

изучаемые показатели в двух направлениях: между группами животных и между периодами опыта, что обеспечивает получение наиболее достоверных данных. Между первым и вторым (главным) опытными периодами опыта иногда вводят переходный период. Во втором варианте опыта (без контрольной группы) исключают контрольную группу, однако вводят дополнительный контрольный (заключительный) период. *Сущность метода* в том, что каждая из опытных групп в разные периоды получает разные факторы (табл. 8).

Таблица 8 – Схема опыта по методу групп-периодов с обратным замещением (без контрольной группы)

Группа	Периоды			
	Уравнительный (подготовительный) 15 суток	Первый опытный 30-60 суток	Второй опытный 30-60 суток	Третий опытный (контрольный) 30-60 суток
Первая	ОР	ОР+А	ОР+Б	ОР+А
Вторая	ОР	ОР+Б	ОР+А	ОР+Б

Примечание: ОР – основной рацион, А,Б – факторы

Для опыта по принципу аналогов подбирают не менее 10-12 животных, которых распределяют в две равные группы. Чтобы избежать влияния предыдущего фактора, показатели продуктивности учитывают в последние 15 суток каждого периода. За короткое время этим методом удастся изучить влияние на животных нескольких кормовых факторов. Группы и периоды взаимно контролируются, опыт удешевляется, повышается достоверность его результатов.

Метод латинского квадрата является логическим развитием метода групп-периодов. Латинский квадрат в математике – это квадратная таблица, каждая строка и каждый столбец которой содержит одни и те же числа. Данный метод позволяет на небольшом числе животных провести опыт по оценке действия различных фак-

торов на хозяйственно-полезные качества животных и при этом получить достоверные результаты.

Сущность постановки опытов методом латинского квадрата в том, что каждая группа последовательно получает изучаемые факторы таким образом, что в один и тот же период животные разных групп получают разные факторы.

При постановке опытов методом латинского квадрата необходимы следующие условия:

- количество периодов должно точно соответствовать количеству изучаемых факторов и количеству формируемых групп.
- число животных в опыте должно быть кратным числу периодов опыта, или числу изучаемых факторов. Например, при трех периодах – 3, 6, 9, при четырех – 4, 8, 12 и т.д.
- все подопытные животные должны быть сохранены до конца опыта, в противном случае сильно осложняется математическая обработка;
- для опыта отбирают животных–аналогов и распределяют по группам по принципу случайности;
- в начале опыта – уравнительный период, когда животные всех групп получают основной комплекс (ОК), или основной рацион (ОР). В опытные периоды каждая из групп последовательно дополнительно к основному комплексу получает изучаемые факторы.

Достоинства метода: опыты проводят на небольшом числе животных непродолжительное время и получают обширную научную информацию. Можно изучить действие четырех факторов, имея всего четырех животных – аналогов. Метод в несколько раз ускоряет проведение опытной работы в животноводстве.

Недостатки метода: последствие предыдущего фактора. Чтобы ограничить это действие предлагают в первую треть каждого

периода продуктивность не учитывать. Например, продолжительность периодов по три недели. Учет проводят в последние две недели. Метод непригоден для длительных опытов, когда изучаются показатели роста, развития, воспроизводства и др. Поэтому метод латинского квадрата используется в основном в кратковременных опытах на лактирующих коровах (табл. 9).

Таблица 9 – Схема проведения опытов по методу латинского квадрата

№ животного	Период			
	Предварительный	I	II	III
1	OP	OP+A	OP+B	OP+B
2	OP	OP+B	OP+B	OP+A
3	OP	OP+B	OP+A	OP+B

Схема латинского квадрата по Лукасу отличается от традиционной тем, что она позволяет устранить последствие изучаемого фактора, путем введения дополнительного экстра периода, который является повторением последнего периода опыта (табл. 10).

Таблица 10 – Схема проведения опытов методом латинского квадрата по Лукасу

№ животного	Период				
	Предварительный	I	II	III	Заключительный
1	OP	OP+A	OP+B	OP+B	OP+A
2	OP	OP+B	OP+B	OP+A	OP+B
3	OP	OP+B	OP+A	OP+B	OP+B

При выборе метода исследований надо учитывать цель опыта, подопытный материал, то есть вид животных, возраст, состояние зоотехнического учета, наличие средств и т.д. Но во всех случаях надо обеспечить максимальное сходство между группами перед опытом, одинаковые условия кормления и содержания, кроме изучаемых факторов, для всех подопытных групп.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие специальные методы исследований используются в зоотехнических опытах?

2. Как проводятся опыты по методу пар-аналогов?
3. В чем особенности метода сбалансированных групп?
4. Как проводятся опыты по методу мини-стада?
5. Какие особенности метода сбалансированных групп?
6. Каковы особенности метода периодов?
7. Чем отличается метод параллельных групп-периодов от метода периодов?
8. Каковы особенности метода латинского квадрата?

Тема 3. Условия, обеспечивающие достоверность проведения зоотехнических опытов

В организации эксперимента центральное место принадлежит методике исследования, т.е. комплексу способов и приемов изучения подопытных животных. Достоверность результатов исследований в опытах на животных, прежде всего, зависит от строгого соблюдения и выполнения методики опыта. При ее разработке четко формулируется цель и составляется конкретная схема опыта. Кроме того, важно обеспечить ряд конкретных условий, от которых зависит достоверность результатов зоотехнических опытов. К числу этих условий относят: выбор хозяйства, определение объема опытов, их повторность и продолжительность, размещение и содержание подопытных животных, организация учета кормов и результатов экспериментов, соблюдение техники безопасности, ведения документации по опытам и др.

Выбор хозяйства для проведения опытов. Среди всех видов опытов наибольшее распространение получили научно-хозяйственные и хозяйственные (производственные), проводимые непосредственно в хозяйствах. От того, насколько правильно вы-

брано хозяйство, во многом зависит успех опыта. Поэтому важно знать требования к хозяйствам, где проводятся опыты.

Хозяйство должно иметь:

- достаточное количество животных определенной половозрастной группы на ферме (комплексе), необходимое для формирования подопытных групп;
- животноводческие помещения, отвечающие зоогигиеническим требованиям: температура, влажность, освещение, плотность размещения животных должны находиться в пределах зоотехнических нормативов, желательна механизация производственных процессов, в частности, доения, уборки навоза;
- хорошо налаженный зоотехнический учет, отражающий данные о происхождении животных, их продуктивности, физиологического состояния, живой массе и др.;
- прочную кормовую базу, которая определяет зоотехнический фон, т.е. уровень продуктивности животных. Хозяйство должно быть благополучным по инфекционным и инвазионным заболеваниям, которые снижают продуктивность на 40-80 %.
- для опытов необходимо подбирать заведомо здоровых животных, прошедших обязательный ветеринарный осмотр. При подозрении на определенное заболевание таких животных лучше не отбирать в подопытные группы, так как это скажется на их продуктивности. Переболевших животных также нежелательно использовать в опытах, так как перенесенные заболевания во многом снижают генетический потенциал и продуктивность.
- хозяйство должно располагать квалифицированными кадрами. Успех опыта во многом зависит от тех, кто кормит, обслуживает животных, от их добросовестного труда.

Определение объема опыта, или числа животных в группах. При постановке опыта важно определить оптимальное число животных в группе. Чем больше животных, тем легче доказать достоверность полученных данных и казалось бы, чем больше животных, тем лучше, но это далеко не так. Многочисленные группы трудно сформировать, сложно обеспечить всем животным в больших группах одинаковые условия кормления и содержания. В больших группах затрудняется учет продуктивности, физиологических показателей, а значит, снижается глубина исследования. При этом также увеличиваются затраты на проведение опыта.

При определении числа животных в группах учитывают: вид опыта, вид животных, породность, возраст, зоотехнический фон, ожидаемая точность опыта. Число животных в группе должно быть таким, чтобы было можно проводить математическую обработку данных опыта.

Для определения числа животных в группах используются формулы, специальные таблицы.

$$E = \frac{C_V td}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

E – точность опыта или допустимый процент ошибки;

C_V – коэффициент изменчивости;

td – критерий достоверности; n – число животных.

Из этой формулы следует $n = \left(\frac{C_V td}{E} \right)^2$ (2)

Если $E = 5 \%$, $C_V = 5 \%$, $td = 3$, то количество животных в группах может быть: $n = \left(\frac{5 \cdot 3}{5} \right)^2 = 9 \text{ голов}$

Следовательно, чем выше изменчивость и ожидаемый критерий достоверности и меньше допустимый процент ошибки, тем больше животных должно быть в группах.

Профессор П.Я. Аранди (1968) предложил следующую формулу для определения необходимого числа животных в группах:

$$n = 21,6 \cdot \frac{C_v^2}{D^2}, \quad (3)$$

где C_v – коэффициент вариации;

D – ожидаемая разница между средними показателями подопытных групп, %;

21,6 – коэффициент при ожидаемом уровне достоверности 0,95.

Например, в опытах с коровами коэффициент вариации молочной продуктивности составляет 6 %, ожидаемая разница между опытной группой и контрольной – 9 %, то подставляя названные величины в формулу, получим величину группы, которая состоит примерно из 10 коров -

$$n = 21,6 \times 6^2 : 9^2 = 10$$

Митчеллом и Гриндлеем предложена специальная таблица для определения необходимого числа животных в группе в зависимости от ожидаемой разницы в продуктивности (табл. 11).

Таблица 11 – Оптимальное число животных в группе

Крупный рогатый скот и свиньи		Овцы	
ожидаемая разность в приростах, %	число животных в группе	ожидаемая разность в приростах, %	число животных в группе
50	1	50	2
40	2	40	2
30	3	30	4
20	5	20	8
15	9	15	14
10	20	10	31
5	80	5	121
2,5	317	2,5	482

$$n = 2t_{st}^2 \cdot \frac{C_v^2}{(x_1 - x_2)^2} \quad (4)$$

где n – необходимое число животных в группе,

t_{st} – стандартное значение критерия достоверности при планируемом в опыте его уровне (p) при $\gamma=176 - \infty$,

т.е. при $p=0,95$ $t_{st}=2,0$

при $p=0,99$ $t_{st}=2,6$

при $p=0,999$ $t_{st}=3,3$

C_v – коэффициент изменчивости признака, %

$x_1 - x_2$ – величина различия между средними показателями опытных групп, %.

Например, в опытах с молодняком крупного рогатого скота $C_v = 8$ %; планируемая разность в приростах живой массы – 7 %. Определить минимальный размер групп при различных уровнях вероятности (p).

$P=0,95$ $n=2 \times 2,0^2 \times 8^2/7^2=10$ гол.

$P=0,99$ $n = 2 \times 2,6^2 \times 8^2/7^2 =17$ гол.

В большинстве случаев при проведении опытов разница в приростах живой массы составляет 10-15 %. Следовательно, при ожидаемой разнице в приростах между группами в 10 %, требуется молодняка крупного рогатого скота и свиней – 20 голов, при 15 % – 9, для овец соответственно 31 и 14 голов в каждой группе.

А.И. Овсянников считает, что при всех благоприятных условиях число животных в группе не может быть ниже 6-8, а в подавляющем числе случаев минимальным числом животных в группе следует считать 12.

Повторность и продолжительность опыта. Чтобы объективно оценить полученные результаты проводят биометрическую обработку для доказательства достоверности. Но одной биометри-

ческой обработки для полной уверенности в получении объективных данных недостаточно. Эта уверенность будет тогда, если такие результаты будут получаться при повторении опытов во второй и третий раз.

Повторность опыта – необходимый критерий доказательства объективности полученных результатов. Для наиболее ответственных опытов их повторение является необходимостью.

Научно-хозяйственные опыты должны иметь не менее двух повторностей. Повторные опыты можно проводить в те же календарные сроки в течение двух смежных лет. Например, влияние круглосуточной пастбы на продуктивность можно изучать в течение двух пастбищных периодов. Повторные опыты можно проводить в разные сезоны, например, чтобы сравнить качество приплода, полученного в зимне-весенний и в летне-осенний периоды.

Однако повторные опыты не следует понимать как механическое повторение только что проведенного эксперимента. Как правило, повторные опыты проводятся с более углубленными исследованиями (физиологическими, биохимическими и др.) с тем, чтобы вскрыть механизм процесса, определить причины выявленных закономерностей.

К примеру, в научно-хозяйственном опыте установлено, что использование соломы, обработанной аммиачной водой более эффективно по сравнению с другими химическими веществами (известью). Чтобы установить причину, опыт повторили с более углубленными исследованиями, с определением переваримости питательных веществ, состава рубцовой микрофлоры и т.д.

Но бывает и наоборот. Опыты, проведенные с глубокими физиологическими и биохимическими исследованиями, но на небольшом числе животных, повторяют на большом поголовье с опреде-

лением лишь показателей продуктивности и экономического эффекта. Речь в данном случае идет об апробации данных научно-хозяйственных опытов.

Но может случиться, что результаты повторных опытов не совпадают. Это может происходить в следующих случаях:

- если опыты проводят в других климатических зонах;
- в другое время года;
- на животных другой породы;
- при другом сочетании кормов рациона;
- при разном зоотехническом фоне.

Сочетание этих факторов, или даже действие одного из них может быть причиной расхождений.

Продолжительность опыта зависит от метода его постановки, цели и задач исследования, физиологического состояния животных (беременность, лактация), длительности производственного цикла (период выращивания или откорма).

Более надежные результаты получаются в длительных опытах. Кратковременные опыты могут привести к ошибочным результатам. Например, в условиях кратковременного опыта не выявлено отрицательного влияния безвыгульного содержания свиноматок на состояние их здоровья, в более длительных опытах установлено отрицательное действие такого содержания на усвоение железа, качество приплода, молочность.

При использовании периодического метода опыты должны быть непродолжительными, чтобы ограничить влияние случайных обстоятельств на результаты опыта. При групповом методе опыт можно ставить в течение нескольких производственных циклов, а значит, и получать более объективные данные.

Определяя продолжительность опыта, надо учитывать и продолжительность производственного цикла. Так, опыты на ремонтном молодняке свиней длятся с момента рождения до случного возраста, то есть на хрячках до 10-12-месячного, на свинках – до 10-11-месячного возраста. На супоросных свиноматках от начала супоросности до рождения поросят – примерно 114 дней, на подсосных свиноматках от опороса до отъема поросят. При выращивании поросят-сосунов с 5-дневного возраста до времени их отъема. При мясном откорме поросят от начальной массы 25-30 кг до массы 100-120 кг, на курах-несушках – не менее 6 месяцев от начала яйцекладки, на ремонтном молодняке кур – 150-180 дней.

Окончание опыта желательно сочетать со временем хозяйственного учета продуктивности: перевод в другую группу, сдача на мясокомбинат, бонитировка, стрижка овец. В этом случае облегчается учет продуктивности и полученные данные можно сравнить с показателями по стаду, хозяйству.

Размещение и содержание подопытных животных. Опыты лучше проводить в специально оборудованных опытных дворах с регулируемым микроклиматом. Понятие опытный (физиологический) двор означает помещение со специальным оборудованием.

Но часто опыты проводят в обычных типовых, а иногда и не в типовых помещениях. Основные зоогигиенические показатели: число животных в секциях, плотность их размещения, фронт кормления, температура, влажность, освещенность, содержание аммиака, углекислого газа должны соответствовать нормативам и быть одинаковыми как для контрольной, так и для опытных групп. Недопустимо проведение опытов в помещениях с отсыревшими и мокрыми от конденсации паров воздуха оборудованием, с плохой вентиляцией и слабым освещением, со сквозняками.

Чтобы удостовериться в том, что все подопытные группы находятся в одинаково благоприятных условиях, необходимо контролировать с помощью приборов на уровне постоянного нахождения животных температуру воздуха, относительную влажность, освещенность и другие параметры. Животные не должны размещаться в станках, где зоогигиенические условия резко отличаются от средних (типичных) показателей.

При размещении животных в станках надо стремиться к тому, чтобы их число в станках (секциях) было одинаковым. Например, сравнивали две группы бычков в разных по величине секциях. В одной находилось 20 бычков, во второй – 80. Разумеется, вторая секция по площади была в 4 раза больше. Оказалось, что в меньшей секции приросты массы были на 13 % больше.

Содержание животных может быть как групповым, так и индивидуальным. Обслуживающий персонал должен обращаться с животными спокойно, без криков, побоев.

Организация учета кормов. Учет кормов – наиболее ответственная работа в зоотехнических опытах. И это понятно, ведь одна из задач опытов - найти пути экономии средств, как при меньшем расходе кормов получить больше продукции.

Селекционеры тоже решают проблему экономии кормов, но они идут с другой стороны, их задача – вывести такие породы и линии, которые отличаются высокой окупаемостью кормов продукцией.

Итак, учет кормов обязательное условие каждого зоотехнического опыта. Для организации учета кормов в опытах важно учесть следующие моменты:

- точно определить путем взвешивания количество заданных кормов (по группе или по каждому животному и по видам кормов);
- учесть количество остатков (также по видам кормов);
- по разности определить фактическое потребление кормов.

При этом желательно так составить рационы, чтобы остатков не было, а животные получали необходимое количество питательных веществ согласно рационам кормления.

Существуют следующие способы учета кормов: *индивидуальный и групповой*. Самый точный – индивидуальный. Разумеется, индивидуальный учет кормов требует больших затрат труда и времени. Да и не всегда он осуществим, к примеру, при групповом содержании животных. Поэтому в большинстве случаев применяют групповой учет кормов, т.е. определяют количество заданных кормов на группу и количество остатков. Количество съеденных кормов делят на количество животных и узнают среднее потребление на 1 голову.

Желательно учет кормов вести ежедневно. Если это невозможно, проводят учет по 2 смежным дням в декаду, например, 1 и 2, 11 и 12, 21 и 22 числам месяца. В журнале учета кормов записывают номер животного или число животных в группе, а также дату, время кормления (утро, обед, вечер), количество заданных кормов по видам, количество остатков. По разнице определяют количество съеденных кормов за время приема корма (табл. 12).

Таблица 12 – Журнал учета кормов

Дата		Корова «Яблоня 216»					Остатки, кг по видам кормов
		сено	сенаж	силос	комбикорм	патока	
Задано кормов, кг	утром						сено сенаж силос
	в обед						
	вечером						

В конце опыта определяют общий расход кормов по группе и рассчитывают затраты обменной энергии, к.ед. на единицу продукции, рассчитывают также и затраты концентратов на единицу продукции.

Организуя любой опыт необходимо:

- запланировать необходимое количество кормов на весь период опыта;
- провести зоотехнический анализ кормов, как в предварительный, так и в основной период опыта.

В летний период ежедневно отбирают пробы пастбищных кормов, так как состав зеленых растений быстро меняется. Взвешенные образцы высушивают до воздушно-сухого состояния, определяют первоначальную влажность, а из высушенных образцов за 10-15 дней составляют среднюю пробу корма для проведения анализов.

Обязательным условием при проведении опытов является строгое соблюдение распорядка дня. У животных вырабатывается условный рефлекс на время приема корма. Всякая задержка в кормлении животных, вызывает их возбуждение, беспокойство, стресс и отрицательно сказывается на результатах опыта.

Техника безопасности при проведении опытов. При проведении опытов необходимо знать правила обращения с животными, методы их фиксации, т.е. как закрепить животного в удобном для обследования положении.

Важно соблюдать технику безопасности и гигиену труда. Несоблюдение этих условий может привести к тяжелым увечьям обслуживающего персонала, а также травматизации животных, потере их продуктивности.

Помещения, где проводятся опыты должно соответствовать требованиям производственной санитарии: полы ровные, не скользкие, проходы свободные от посторонних предметов, кормушки, двери другие предметы не должны иметь торчащих гвоздей, острых углов.

При привязном содержании животных привязь должна быть прочной, достаточно свободной, не затягивать шеи.

При уходе за животными следует соблюдать установленный режим и распорядок дня на ферме, что способствует выработке спокойного и послушного нрава. Кормление и поение животных производить только со стороны кормового прохода.

При обслуживании лошадей. При подходе к лошади и заходе в стойло следует окликнуть ее спокойно, повелительным голосом, желательно по кличке. Подойдя, нужно погладить ее и тогда приступить к работе. Нельзя на лошадь кричать, дразнить, бить, допускать резкие движения.

При обслуживании свиней. Особую опасность представляют свиноматки и хряки. При подходе к ним окликнуть их спокойным, повелительным голосом. Грубое обращение с ними может вызвать у них защитные резкие движения и травмировать рабочих. Необходимо быть осторожным и внимательным при обслуживании поросят от подсосных свиноматок, которые становятся очень агрессивными.

При обслуживании пушных зверей необходимо пользоваться кожаными или стегаными рукавицами, при ловле применять сетки, ловушки, для фиксации зажимы и тесемки.

Ведение документации в опытах. Первичная документация в зоотехническом опыте является основой для анализа опытных данных, обобщения полученных результатов, для формулирования

выводов и разработки предложений производству. Она позволяет контролировать своевременность и качество проводимой работы в соответствии с методикой и рабочей программой исследования.

Перечень основных документов в зоотехнических исследованиях.

1. Акт о постановке животных на опыт. В акте указывается количество животных, дата рождения каждого, пол, возраст, живая масса, индивидуальный номер, происхождение родителей, их продуктивность. Акт оформляется за подписями работников фермы и исполнителей опыта, утверждается руководителем предприятия и хранится в делах учета.

2. Акт о снятии животных с опыта. В нем указывается количество животных, их живая масса, пол, возраст, происхождение и т.д.

3. Акт на выбытие животных из опыта, как непригодных для дальнейшего использования в работе, в котором указываются причины выбытия каждого животного и их характеристика. Акт также оформляется за надлежащими подписями.

4. Ведомость учета и расхода различных видов кормов.

5. Акт о результатах исследования кормов на химический состав.

6. Ведомость взвешивания животных, в которой указываются данные об изменении живой массы, среднесуточного прироста животных по периодам опыта индивидуально по каждому животному и по группам.

7. Рационы кормления подопытных животных по периодам выращивания.

8. Акт с результатами по количеству получаемой от животных продукции и анализа проб продукции, крови, тканей, материа-

лов и других объектов анализа, выполненных в различных лабораториях.

9. Акты о проведении научного, балансового, технологического опытов, которые подписывают ответственные за проведение опыта и представители хозяйства.

10. По каждому опыту ведется дневник опыта, то есть специальный журнал, в котором в первую очередь должны быть записаны все животные, участвующие в опыте. Ежедневно в дневнике делаются отметки о ходе опыта; отмечаются случаи заболевания, падеж животных с указанием причин, случаи нарушения распорядка дня, зоогигиенических условий и т.д.

11. В период опыта ведутся журналы в зависимости от направленности исследований: журнал учета поедаемости кормов, журнал учета молочной продуктивности и контрольных доек на ферме, журнал продуктивности растущего животного по результатам взвешивания по периодам опыта, журнал технологических опытов и другие.

12. Акт о производственной проверке результатов опыта, о внедрении результатов опыта в производство, которые составляются на основании соответствующей, в том числе и первичной, документации.

Правила ведения первичной документации по опытам. Ход и результаты опыта должны быть зафиксированы различными измерениями.

Желательно в течение опыта пользоваться одними и теми же приборами, одними методиками определения физиологических и биохимических показателей.

Рабочие записи ведут в дневнике исследования (опыта) – это первичная документация.

На лицевой стороне дневника указывают:

- наименование учреждения;
- название кафедры (лаборатории);
- название темы;
- фамилию, имя, отчество исполнителя и руководителя.

На следующей странице – схема опыта и результаты измерений в хронологическом порядке:

- результаты взвешивания животных, учета молока и другой продукции;
- данные учета кормов;
- данные физиологического состояния животных: пульс, частота дыхания и др.;
- данные гематологических исследований.

В дневнике отмечают все условия, которые могут повлиять на схему опыта: погодные условия, аппетит животных, состояние их здоровья. Страницы должны быть обязательно пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью, подписями исполнителя и руководителя. Первичные расчеты надо делать в тот же день, чтобы при неполадках повторить исследования.

Журнал исследования состоит из 2-х частей:

1. Общие сведения: название темы, раздела, фамилии исполнителя и руководителя, методика работы.
2. Результаты опытов, математическая обработка, выводы, предложения.

Записи в этом журнале делают на основании дневника опыта не реже 1 раза в неделю. Исправления делают красными чернилами и оговариваются. Журнал должен быть пронумерованным, подпи-

сан исполнителем и руководителем, подписи скреплены печатью вуза.

Отчет о научно-исследовательской работе составляется ежегодно согласно специальному ГОСТу, где приводится краткое содержание результатов за отчетный год, выводы, внедрение в производство.

Актами оформляют наиболее ответственные операции: постановку и снятие животных с опыта. Акты подписывает комиссия во главе с заместителем руководителя учреждения по научной работе.

Метрологический надзор за средствами измерений. Результаты опытов должны быть объективными – соответствовать истине, т.е. должны быть измерены. А для этого измерительные приборы должны давать правильные показания, быть исправными.

Представьте, что при взвешивании животных были неисправны весы. Впустую затрачен труд, а в результате – ошибочные данные. После проведения измерений необходимо сразу провести обработку полученных результатов.

В республике организована специальная метрологическая служба для надзора за средствами измерений. Это служба организует поверку средств измерений. *Поверка* – это определение погрешностей в показаниях приборов путем сравнения их с эталонами. Если прибор годен, ставится клеймо.

Правила использования экспериментальных животных. Жестокость к экспериментальным животным несовместима с принципами человеческой морали. Даже трудно себе представить, сколько животных гибнет во имя науки. Существуют специальные правила по проведению работ с экспериментальными животными:

- запрещено проведения опытов без обезболивания, т.к. они наносят вред не только животным, но и моральный ущерб человеку;
- необходимо использовать местную анестезию или наркоз;
- запрещается использовать животных для сложных хирургических вмешательств более 1 раза;
- в после операционный период за животными должен быть налажен квалифицированный уход и адекватное обезболивание;
- всем подопытным животным должны быть наложены нормальные условия содержания и кормления.
- в случае необходимости умертвления животного, оно должно быть быстрым, безболезненным, не сопровождаться чувством тревоги и страха у животного.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные методические положения зоотехнического опыта.
2. Сколько животных должно быть в одной опытной группе?
3. Каковы максимальные различия по живой массе между животными в пределах группы и между группами?
4. Какая разница допускается по возрасту между животными в пределах группы и между группами?
5. Техника безопасности при проведении опытов с разными видами животных.
6. Назовите основные виды документации при проведении опытов.
7. Какие требования предъявляются к хозяйству, в котором планируется проведение опыта?
8. Как проводится отбор животных и формирование групп?

Тема 4. Математический анализ данных научных исследований

В современной биологии очень трудно указать раздел, в котором не использовались математические методы. Во многом успехи, достигнутые биологией, связаны с планированием эксперимента и использованием методов статистической обработки полученных данных, т.е. с использованием биометрии. Этот термин был введен в 1889 году английским ученым Ф. Гальтоном, впервые применившим математический анализ при изучении явлений изменчивости и наследственности.

Статистический анализ данных, полученных в результате экспериментов и наблюдений, является обязательным компонентом любого научного исследования. С помощью биометрии можно сделать обоснованные выводы о процессах, протекающих в живой природе, проверить достоверность гипотез, выявить биологические закономерности. Данные, не обработанные математически, в большинстве случаев не имеют научной ценности и практической значимости. Более того, игнорирование возможностей статистической обработки полученных данных может привести к ошибочным заключениям. В тоже время ошибки, связанные с методологией или регистрацией данных, нельзя исправить математическими методами. Поэтому начинать работу следует с планирования эксперимента и учета полученных данных.

Формы учета результатов наблюдений. Результаты наблюдений фиксируют в дневниках, журналах, бланках, анкетах и других документах учета. Выбор конкретной формы определяется задачей исследования. Например, на маршрутных зоологических и ботанических экскурсиях удобной формой учета служит дневник. При проведении эксперимента в лабораторных условиях данные

фиксируют в протоколах испытаний, журналах, учетных бланках и других формулярах.

Точность измерений. Практически каждый признак имеет свою точность измерения. Например, удои коровы учитывают с точностью до десятых, а при определении полудетальной дозы действия яда необходима точность до тысячных и миллионных долей единицы. Но все же чаще всего измерения проводят с точностью до десятых, сотых или тысячных долей единицы. Более точные измерения проводят реже.

Округление чисел. Числа округляют следующим образом: если за последней сохраняемой цифрой следуют цифры 0, 1, 2, 3, 4, то они отбрасываются (*округление с недостатком*). Если за последней сохраняемой цифрой следуют цифры 5, 6, 7, 8 и 9, то последняя сохраняемая цифра увеличивается на единицу (*округление с избытком*). Для более точного округления существует правило: если за последней сохраняемой цифрой следует цифра 5, то округление осуществляется с недостатком при условии, что сохраняемая цифра *четная*. Если же сохраняемая цифра *нечетная*, то округление осуществляется с избытком. Например, числа 3,585 и 3,575 округляются до двух десятичных знаков следующим образом: 3,58 и 3,58.

Группировка первичных данных. Внесенные в документы учета данные об объекте (результаты экспериментов или наблюдений) представляют первичный материал, нуждающийся в соответствующей обработке. Обработка начинается с упорядочения или систематизации собранных данных.

Предметом биометрии при сравнении является *варьирующий (изменяющийся) признак (вариация* – единое отклонение, изменение от чего-либо), а основным методом её служит *случайная выборка* объектов для математического анализа. «Совокупность, из которой

отбирают определенную часть её элементов для совместного изучения, называется *генеральной совокупностью*. Отобранная часть генеральной совокупности для изучения называется *выборочной совокупностью или выборкой*» [9].

Выборка может быть малой, когда в неё отобрано меньше 30 членов ($n < 30$), или большой, если она включает более 30 членов ($n \geq 30$).

Основные статистические величины, которые используются для обработки экспериментальных данных: средняя арифметическая (\bar{X}), лимиты (lim), среднее квадратическое (стандартное) отклонение (σ), коэффициент вариации C_v , коэффициент корреляции (r), статистические ошибки ($\pm m$), критерий достоверности (t , t_d) и другие.

Средняя. Выделяют несколько видов средних. Однако при обработке биологических данных обычно используют среднюю арифметическую. Эта характеристика отражает целую группу одним (средним) числом и позволяет отличить один групповой объект от другого. Ее обозначают теми же буквами латинского алфавита, что и варианты, но над буквой, соответствующей средней величине, ставят черту. Например, если признак обозначается через x , то средняя арифметическая – \bar{X} . Иногда среднюю арифметическую обозначают буквой M . Определение средней арифметической проводится по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (5)$$

где x_i – значения вариант;

n – общее число вариант или объем данной совокупности;

Σ – знак суммирования.

Средней арифметической для непараметрических, или альтернативных, признаков служит показатель доли, которую составляют члены совокупности, имеющие данный альтернативный признак. Это можно выразить следующей формулой:

$$\bar{X}_n = \frac{p}{n}, \quad (6)$$

где p – число членов совокупности с наличием альтернативного признака;

n – общее число членов выборки.

Средняя арифметическая величина для большой и малой выборок выражается в тех же единицах, что и сам варьирующий признак, который подвергается изучению. Для альтернативных признаков – в процентах или долях единицы.

Кроме простой средней арифметической величины (\bar{X}) иногда применяется средняя арифметическая величина, называемая взвешенной.

Средняя взвешенная величина – это результат усреднения средних арифметических нескольких совокупностей. Она вычисляется по формуле

$$\bar{X}_{\text{взв}} = \frac{\bar{X}_1 \cdot n_1 + \bar{X}_2 \cdot n_2 + \dots + \bar{X}_i \cdot n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i} = \frac{\sum \bar{X} \cdot n}{\sum n}, \quad (7)$$

где \bar{X}_1 , \bar{X}_2 , и \bar{X}_i – средние арифметические 1, 2 и i -й совокупностей;

n_1 , n_2 , n_i – объемы этих совокупностей.

Кроме средней арифметической используют другие характеристики, определяющие положение центра распределения данных. К ним относятся: **медиана Me** – число, разделяющее упорядоченный (по возрастанию или убыванию) ряд экспериментальных данных на две равные части; **мода Mo** – значение признака, встречаю-

щегося в наблюдении наиболее часто. Медиана и мода являются вспомогательными характеристиками наблюдений и используются редко.

Внутри биологической совокупности не бывает полной однородности. Это свидетельствует о наличии изменчивости варьирующего признака. Количественным признакам свойственна большая изменчивость по сравнению с качественными признаками. Различия между значениями вариант иногда очень велики, иногда почти не заметны, однако имеются всегда. Высокая изменчивость признака создает благоприятные условия для селекции, повышая ее эффективность.

Для изучения разнообразия признака в совокупности используют пять основных показателей: лимиты, среднее квадратическое отклонение или стандартное отклонение, коэффициент вариации, дисперсия, нормированное отклонение.

Лимиты (lim_{\max} , lim_{\min}) – это максимальные и минимальные значения варьирующего признака, они вычисляются в абсолютных величинах.

Среднее квадратическое отклонение или стандартное отклонение (σ) – это отклонение каждой варианты от средней арифметической величины данного признака в положительную (+) или отрицательную (–) сторону, которое вычисляется в абсолютных значениях. Его определяют по формуле:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (8)$$

где σ – среднее квадратическое отклонение;

\bar{X} – среднее арифметическое;

x – значения вариант;

n – общее число вариант (объем данной совокупности).

Показатели среднего арифметического значения (\bar{X}) и среднего квадратического отклонения (σ) используют для характеристики значений изучаемого признака всех особей генеральной совокупности, не вошедших в выборку ($N \rightarrow \infty$). Для этого пользуются «правилом трех σ », суть которого заключается в следующем. Если от среднего арифметического значения отнять одну сигму ($\bar{X} - 1\sigma$), а затем прибавить одно значение сигмы ($\bar{X} + 1\sigma$), то получатся значения (границы), в пределах которых находится признак у 68 % особей генеральной совокупности. Если от среднего арифметического значения отнять две сигмы ($\bar{X} - 2\sigma$), а затем прибавить две сигмы ($\bar{X} + 2\sigma$), то получатся значения (границы), в пределах которых находится признак у 95 % особей генеральной совокупности. Границы, установленные при помощи формулы $\bar{X} \pm 3\sigma$, характеризуют 99,7 % всех членов совокупности.

Коэффициент вариации (изменчивости) (C_v). С помощью стандартного отклонения можно сравнить характер варьирования одних и тех же признаков. Для сравнения изменчивости различных признаков, выраженных в различных единицах измерения, используют коэффициент вариации (C_v). Коэффициент вариации выражает изменчивость признака в процентах от величины среднего арифметического значения признака:

$$C_v = \frac{\delta}{\bar{X}} \cdot 100\% . \quad (9)$$

Значение коэффициента изменчивости ограничено пределами от 0 до 100 %, однако для нормального распределения C_v не должен превышать 30–35 %. Считается, что при $C_v < 8$ % изменчивость признака низкая, при $C_v = 8-15$ % – средняя, а при $C_v > 15$ % – высокая.

Варианса (σ^2) – ее получают возведением среднего квадратического отклонения в квадрат. Варианса используется при генетическом анализе популяции. Исходя из классификации изменчивости, можно утверждать, что одинаковых биологических объектов в живой природе не существует. Эти индивидуальные различия биологические объекты приобретают благодаря наследственным (генетическим – $\sigma_{\text{ген}}^2$) и ненаследственным ($\sigma_{\text{пар}}^2$) факторам. Селекционные процессы в популяции во многом зависят от количественной доли влияния различных типов изменчивости на изучаемый признак. Варианса помогает не только изучить и проанализировать изменчивость, но и выявить определенную долю влияния того или иного фактора на проявление конкретного признака:

$$\sigma_{\text{фен}}^2 = \sigma_{\text{ген}}^2 + \sigma_{\text{пар}}^2, \quad (10)$$

где $\sigma_{\text{фен}}^2$ – варианта фенотипическая;

$\sigma_{\text{ген}}^2$ – варианта генотипическая;

$\sigma_{\text{пар}}^2$ – варианта паратипическая.

Нормированное отклонение (t) – это оценка отдельных вариантов по отношению к средней арифметической величине совокупности через величину среднего квадратического отклонения:

$$t = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \quad (11)$$

Нормированное отклонение используют для сравнения конкретных значений.

Ошибка репрезентативности обусловлена самим статистическим методом. Этот метод предусматривает характеристику генеральной совокупности на основе выборки, составленной по принципу случайности и типичности. Характеристика таким методом всегда будет неточной. Эта неточность возникает, когда генеральную совокупность (N) пытаются охарактеризовать по ее части (n).

Максимально приблизиться к точной характеристике генеральной совокупности можно лишь при условии, что объем выборки (n) будет приближен к объему генеральной совокупности (N). Чем меньше ошибки репрезентативности, тем более точно выборочные параметры будут характеризовать генеральную совокупность.

Величина статистической ошибки зависит от степени изменчивости признака: чем выше изменчивость, тем больше статистическая ошибка. Репрезентативность напрямую связана с численностью выборки. Чем больше объем выборки, тем ближе полученные статистические параметры к параметрам генеральной совокупности и меньше ошибка. При условии, что $n = N$, ошибок репрезентативности не будет.

В биометрии принято статистические ошибки обозначать буквой m с подстрочным индексом того параметра, для которого она вычисляется ($m_x, m_\sigma, m_{Cv}, m_r, m_R$).

Величину ошибок репрезентативности определяют только для выборочных показателей и записывают величину выборочного показателя с величиной его ошибки со знаком «±»: $\bar{X} \pm m_x$; $\sigma \pm m_\sigma$; $C_v \pm m_{Cv}$ и т.д. Такая форма записи показывает, что параметр генеральной совокупности может отклоняться от выборочного в ту или другую сторону на величину ошибки.

Ошибку репрезентативности определяют по формуле:

$$m_x = \frac{\delta}{\sqrt{n-1}} \quad (\text{если } n < 30) \quad (12)$$

$$m_x = \frac{\delta}{\sqrt{n}} \quad (\text{если } n \geq 30) \quad (13)$$

где $n - 1$ – число степеней свободы;

σ – среднее квадратическое отклонение.

Если ошибка репрезентативности (m) очень велика, то выбор-

ка (n) неправильно составлена и при помощи ее данных нельзя характеризовать генеральную совокупность (N).

Для оценки параметров генеральной совокупности кроме выборочного показателя необходимо знать **критерий достоверности** (t) – показатель вероятности безошибочного прогноза и саму **величину ошибки** (m) – показатель точности оценки генерального параметра.

Определить критерий достоверности можно путем деления статистического параметра на его статистическую ошибку:

$$t_x = \frac{\bar{X}}{m_{\bar{X}}}; \quad (14)$$

$$t_{\sigma} = \frac{\sigma}{m_{\sigma}}; \quad (15)$$

$$t_{Cv} = \frac{C_v}{m_{Cv}}. \quad (16)$$

Определение достоверности выборочных параметров основано на связи критерия достоверности (t) с уровнем вероятности:

$$P = \frac{a}{n}, \quad (17)$$

где a – число случаев, благоприятствующих наступлению ожидаемого события (или вычисленных параметров);

n – число всех событий (объем выборки);

P – вероятность, т.е. объективная возможность наступления какого-либо события. Она варьирует от 0 до 1.

Суммарная вероятность наступления альтернативных событий равна 1:

$$p + q = 1, \quad (18)$$

где p – вероятность наступления события;

q – вероятность наступления альтернативного события.

При $n \geq 120$ величина критерия достоверности (t) связана с

уровнем вероятности (P) получения данного параметра следующим образом:

при $t = 1,96$ $P = 0,95$ – первый порог достоверности;

$t = 2,58$ $P = 0,99$ – второй порог достоверности;

$t = 3,29$ $P = 0,999$ – третий порог достоверности.

Эти данные показывают, какова вероятность того, что вычисленный выборочный параметр достоверно отражает уровень такого же параметра генеральной совокупности. Если в конкретном примере $t = 1,96$, а $P = 0,95$, то это значит, что из 100 выборок в 95 будет получено такое же значение параметра, какое получено в данной выборке. Величину $t = 1,96$ называют **первым порогом достоверности**. Она дает возможность считать данные, полученные в выборке, достоверными, т. е. правильно отражающими параметр генеральной совокупности. Этот порог считается минимальным для работ, имеющих поисковый характер, для биологических и биохимических опытов.

Второй порог достоверности принято брать на уровне $P = 0,99$, когда $t = 2,58$. Этот показатель используют в том случае, когда требуется детализация различных явлений и закономерностей, например для генетических исследований.

Третий порог принято брать на уровне $P = 0,999$, т. е. при $t = 3,3$. В этом случае вероятность правильности выборочного параметра подтверждалась бы в 999 опытах из 1000, и только в одном случае параметры в выборке могли быть другими по величине. Этот порог достоверности принято использовать при изучении действия дозировок опасных препаратов и для заключения о дозах безвредности. Если в конкретном материале критерий достоверности (t) больше трех или четырех, то это значит, что достоверность вычисленных параметров высоковероятна.

В литературе иногда выражают показатель вероятности в величинах значимости P , которая отмечает уровень риска и ошибочности вывода. Следовательно, при вероятности $P = 0,95$ величина значимости $P = 0,05$, что соответствует значимости риска и ошибочности вывода. При $P = 0,99$ значимость равна $0,01$, при $P = 0,999$ значимость равна $0,001$.

При критерии достоверности (t), соответствующем 1-му порогу вероятности, величину характеризуемого параметра записывают с одной звездочкой: \bar{x}^* ; σ^* ; C_V^* ; при t , соответствующем 2-му порогу, – с двумя звездочками: \bar{x}^{**} ; σ^{**} ; C_V^{**} ; при t , соответствующем 3-му порогу, – с тремя звездочками: \bar{x}^{***} ; σ^{***} ; C_V^{***} .

Если достоверность ниже первого порога, то вероятность того, что вычисленный статистический параметр будет точно характеризовать генеральную совокупность, слишком мала, такие показатели никакой ценности для исследований не представляют. В данном случае следует увеличить объем выборки.

Для выборок объемом менее 120 стандартные значения критерия достоверности (t) определяют по таблице Стьюдента (приложение 1).

Во многих исследованиях возникает необходимость сравнить средние арифметические двух групп особей. Средние продуктивности двух сравниваемых групп всегда в некоторой мере отличаются друг от друга. Поэтому необходимо установить, достоверна (существенна) ли разность между средними величинами изучаемого признака. Достоверность разности между средними величинами устанавливают по формуле:

$$t_d = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{\sqrt{m_{x_1}^{-2} + m_{x_2}^{-2}}} \quad (19)$$

где t_d – критерий достоверности;

$\overline{X}_1; \overline{X}_2$ – средние арифметические для первой и второй группы;

$m_{x_1}; m_{x_2}$ – ошибки средних арифметических для первой и второй группы.

Коэффициент корреляции. Явление связи между различными признаками широко распространено в природе. По своим особенностям связь может быть подразделена на функциональную и статистическую. Разновидностью статистической является коррелятивная связь.

Для функциональной связи характерно то, что при изменении одного показателя на определенную величину, сопряженный с ним показатель принимает всегда одно определенное значение.

Коррелятивные связи типичны для биологических объектов. При этом если один признак изменяется на какую-то определенную величину, то другой может принимать различные значения.

По взаимонаправленности связь может быть *прямой* (положительной) – когда с увеличением значений одного признака в общем увеличиваются значения другого, и *обратной* (отрицательной) – когда с увеличением значений одного признака значения другого признака уменьшаются. В случае качественной вариации отрицательная корреляция будет означать, что присутствие одного совпадает с отсутствием другого, а при положительной – присутствие одного признака совпадает с присутствием другого. По форме связь может быть прямолинейной и криволинейной.

Основным мерилom связи, существующей между биологическими признаками, служит коэффициент *корреляции* Пирсона. Он показывает степень приближения корреляционной связи к функци-

ональной (для которой всегда равен единице) и колеблется в пределах от минус (для обратной связи) до плюс (для прямой связи) единицы. Значение коэффициента корреляции, равное нулю или близкое к нулю, говорит лишь об отсутствии прямолинейной связи, но не указывает на наличие или отсутствие криволинейной связи, которая при этом может быть тесной.

Значение коэффициента корреляции до 0,30 свидетельствует о слабой связи, от 0,31 до 0,50 – об умеренной, от 0,51 до 0,70 – о значительной, от 0,71 до 0,90 – о сильной; от 0,91 до 0,99 – об очень сильной.

Коэффициент корреляции обозначается буквой r и определяется по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (20)$$

где r_{xy} – коэффициент корреляции;

x_i и y_i – изучаемые параметры;

\bar{x} и \bar{y} – средние значения изучаемых параметров.

Для измерения криволинейной зависимости между переменными величинами используется другой показатель, называемый корреляционным соотношением и обозначаемый греческой буквой η (эта). Корреляционное соотношение позволяет определить величину связи, но не выявляет ее направление.

Для интерпретации связи между изучаемыми признаками в процентном выражении применяют показатель – *коэффициент детерминации*, который показывает на сколько % изменение резуль- тативного признака обусловлено вариацией факторного признака или другими словами, насколько достоверно уравнение регрессии

будет описывать данную связь. Вычисляется как квадрат коэффициента корреляции, выраженный в процентах:

$$D = r^2 * 100 \quad (21)$$

где D – коэффициент детерминации,

r – коэффициент корреляции,

100 – перевод в процентное выражение

Коэффициент регрессии показывает, в какой степени изменяется один признак при изменении другого на единицу, если эти два признака находятся в коррелятивной зависимости. Коэффициент регрессии вычисляется по формуле:

$$R_{x/y} = r \sigma_x / \sigma_y \text{ или } R_{y/x} = r \sigma_y / \sigma_x \quad (22)$$

где R – коэффициент регрессии;

σ_x – среднее квадратическое отклонение по первому признаку

σ_y – среднее квадратическое отклонение по второму признаку

r – коэффициент корреляции.

Коэффициент эластичности характеризует относительное изменение одного признака при единичном относительном изменении другого. Вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E} = R \frac{\bar{X}_x}{\bar{X}_y} \quad (23)$$

где \mathcal{E} – коэффициент эластичности;

R – коэффициент регрессии;

\bar{X}_x – среднее арифметическое первого признака (x);

\bar{X}_y – среднее арифметическое второго признака (y).

Дисперсионный анализ, разработанный английским математиком и биологом Р. Фишером, позволяет определить достоверность влияния отдельных факторов на изменчивость признака, а также определить их относительную роль в общей изменчивости. Основное назначение дисперсионного анализа – это разлагать об-

щую изменчивость признака на изменчивость частную, возникающую у членов популяции под влиянием многообразных факторов. В ходе анализа устанавливают долю изменчивости, обусловленную каждым учитываемым в опыте фактором, долю изменчивости, вызванную совместным действием этих факторов, а также выявляют долю изменчивости, которая является результатом воздействия многих не учтенных в опыте факторов. Таким образом, дисперсионный анализ дает возможность выявить долю влияния одного или нескольких факторов на изменчивость признака. При проведении дисперсионного анализа оперируют дисперсиями трех видов: общей дисперсией S_y ; факториальной или частной дисперсией S_x ; случайной или остаточной дисперсией S_z . Однако дисперсионный анализ связан с большим объемом вычислений, которые проще выполнить на компьютере.

Компьютерная обработка результатов научных исследований позволяет выполнить эту работу быстро и более качественно. В состав «Microsoft Excel» входит набор средств анализа данных, так называемый **пакет анализа**, предназначенный для решения сложных статистических и инженерных задач. Для анализа данных с помощью этих инструментов следует указать входные данные и выбрать параметры. Анализ будет выполнен с помощью подходящей макрофункции, а результат будет помещен в выходной диапазон. Другие средства позволяют представить результаты анализа в графическом виде. Графики и диаграммы придают результатам исследований выразительность, наглядность. Средства, включенные в пакет анализа данных, доступны через команду *Анализ данных* меню *Сервис*. Если этой команды нет в меню, необходимо загрузить надстройку *Пакет анализа*. В данный пакет входят дисперсионный, корреляционный, ковариационный анализ (covarize – видоизме-

нять; сопряженная изменчивость двух признаков), описательная статистика, двухвыборочный F-тест для дисперсии, анализ Фурье, гистограмма, генерация случайных чисел, регрессия, выборка и др.

Например, в результате обработки данных в функции **описательная статистика** мы получаем результаты в виде:

Столбец1	
Среднее	8,375
Стандартная ошибка	0,340771
Медиана	8,1
Мода	7,7
Стандартное отклонение	1,363085
Дисперсия выборки	1,858
Эксцесс	4,419741
Асимметричность	1,835846
Интервал	5,6
Минимум	6,8
Максимум	12,4
Сумма	
Счет	
Уровень надежности(95,0%)	0,726337

Вопросы для самоконтроля:

1. Характеристика средней арифметической величины и способы ее вычисления.
2. Перечислить показатели вариации и дать их краткую характеристику.
3. Среднее квадратическое отклонение (σ) и его основные свойства
4. Коэффициент вариации (C_v), его особенности.
5. Сформулировать «правило трех σ ». Какие практические задачи можно решить при помощи данного правила?
6. Типы ошибок и их источники.

7. Критерий достоверности (t).
8. Определение достоверности разности между средними арифметическими двух выборок, для каких целей его вычисляют.
9. Что обозначает уровень вероятности или значимости?
10. В каких пределах варьирует цифровое значение коэффициента корреляции?
11. Основные свойства коэффициента корреляции.

Тема 5. Литературное оформление научной работы, подготовка написания выпускной квалификационной работы и диссертации

5.1 Формы и содержание научных произведений

Результаты научной работы должны быть литературно оформлены. Общие требования к литературному оформлению научной работы следующие:

- четкость построения и логическая последовательность изложения материала;
- краткость и точность формулировок, исключая неоднозначные толкования;
- конкретность изложения результатов исследований;
- доказательность выводов, они должны вытекать из собственных исследований;
- обоснованность рекомендаций, их конкретность.

В зависимости от содержания материалов и их целевой направленности форма научных произведений может быть различной. Каждое из таких научных произведений имеет свои характерные особенности по форме и содержанию, а, следовательно, и по структуре в целом.

Научный отчет – основной документ, содержащий полные сведения о выполненной работе. Выполняется он строго по ГОСТу, включает:

титульный лист, где указывается тема, сроки выполнения и список исполнителей;

реферат;

введение (где формулируют состояние вопроса, актуальность темы, ее практическую значимость);

основная часть (методика, результаты исследований, выводы и предложения);

заключение;

список литературы и приложения (фотографии, таблицы).

Монография (моно – один, графо – пишу) – это научная работа, посвященная одной определенной проблеме, теме, например: «Генетический потенциал крупного рогатого скота различного экотипа и его реализация в условиях промышленного и традиционного производства/ А.И. Любимов [и др.]». Объем монографии обычно более 3-х печатных листов. Один печатный лист – соответствует примерно 16 страницам машинописного текста или приблизительно 40 тыс. печатных знаков.

Брошюра – это небольшая книга (1-3 печ. листа) обычно издаваемая в мягком переплете и, как правило, обычно посвященная одной теме.

Статья – это ограниченного объема (до 8-10 стр.) публикация результатов исследований в научных, научно-производственных журналах, сборниках научных трудов.

Диссертация (от лат. рассуждение, исследование) – научная работа, представляемая на соискание ученой степени кандидата или доктора наук и публично защищаемая соискателем (диссертантом).

Существуют официальные требования аттестационного комитета по оформлению диссертаций. Диссертация – научно-квалификационная работа, отражающая результаты научных исследований.

Доклад – устное изложение результатов исследований в течение 10-15 минут. Из-за недостатка времени выделяют самое главное: научное и практическое значение темы, основные результаты, выводы и предложения. Не следует излишне мельчить и увеличивать количество рассматриваемых вопросов, так как это рассеивает внимание слушателей и нарушает стройность доклада.

Аннотация – (лат. – примечание, пометка) – краткая характеристика произведения печати (книги, статьи).

Аннотация содержит краткие сведения о главном в данной работе. Аннотация обычно включает библиографическое описание, перечень основных вопросов содержания, сведения о вспомогательном и иллюстративном материале. Аннотация должна быть написана доступным языком. Объем аннотации не более 600 знаков (1/3 машинописного листа).

Реферат (лат. сообщать, докладывать) – сокращенное изложение содержания научной работы с основными фактическими сведениями и выводами. Отвечает на вопрос, что содержится в данной публикации. Реферат не механический пересказ работы, а изложение ее существа. В реферат могут быть включены цифровые данные, таблицы, графики, чертежи.

Реферативный обзор – краткое обобщение содержания научных работ по определенной теме за какой-то период времени.

Как правило, реферативный обзор содержит критическую оценку излагаемого материала, его анализ, поэтому обзор называют

аналитическим. Составление аналитического обзора требует высокой специальной квалификации, большой эрудиции.

Отзыв – краткая характеристика научной работы и ее исполнителя. В отзыве, как правило, отмечается актуальность работы, степень разрешения поставленных задач, возможность использования полученных результатов на практике, возможность присвоения исполнителю соответствующей квалификации.

Рецензия (лат. – осмотр, обследование) – это статья в которой критически оценивается какое-либо литературное произведение (например, дипломная работа).

5.2 Требования к диссертационной работе

Диссертация – **научно-квалификационная работа**. В своей работе соискатель должен показать себя зрелым научным сотрудником, умеющим грамотно ставить и решать научные проблемы, владеющим как высокими теоретическими знаниями, так и практическим опытом.

Диссертация – **эксклюзивная работа**. Всю работу соискатель должен провести единолично, какое-либо соавторство не допускается. Если в работе использовались чьи-либо чужие результаты исследований, равно как и любые другие объекты интеллектуальной собственности, то это должно быть явным образом выделено. Если чужие материалы были опубликованы, то их указывают в списке литературы и в диссертации обязательно дают на них ссылки, если же работы не были опубликованы, то в диссертации явно указывают фамилии, должности, специальности лиц, чьи материалы заимствуются, а также время и место проведения исследований и получения результатов указанными лицами.

Тема диссертации должна быть актуальной. В работе должны проводиться исследования или решаться задачи, которые на сегодняшний день интересны специалистам соответствующей отрасли и имеют существенное значение в этой отрасли. В противном случае диссертационная работа рискует оказаться посвященной личному увлечению соискателя, никому кроме него самого не интересному. В работе обязательно должен содержаться подробный и обстоятельный обзор текущего положения дел: критический анализ существующих способов решения рассматриваемой задачи, результатов исследований предшественников по рассматриваемой проблеме и т.д. В результате этого обзора соискатель должен доказать, что на сегодняшний день существующие способы решения рассматриваемой задачи имеют недостатки и их можно устранить, проведено недостаточно исследований по рассматриваемой проблеме и т.п. и в связи с этим требуется разработка новых методов решения задачи, требуется проведение дополнительных исследований и т.п. Тем самым соискатель подчеркивает актуальность темы и обозначает роль и место своей диссертационной работы.

Диссертация должна содержать **научную новизну**. Соискатель должен выбрать либо новый объект и получить какое-либо научное знание о нем, либо старый объект и получить новое научное знание о нем. Обычно соискатели выбирают либо новый объект и пытаются построить для него адекватную модель, либо выбирают старый объект и строят новую модель, с более высоким уровнем адекватности нежели, чем все существующие модели объекта.

Результаты работы должны иметь **практическую ценность**. Результаты диссертации должны иметь существенное значение для соответствующей отрасли и должны быть представлены так, чтобы их реально можно было бы применить на практике и получить от

этого какую-либо экономическую или иную выгоду. Если работа носит чисто теоретический характер, то должны быть даны рекомендации по применению результатов теоретических исследований.

Результаты работы должны быть **достоверными**. Теоретические выводы, модели должны подвергаться тщательной экспериментальной проверке, верность теоретических выводов, адекватность моделей должна быть доказана и подтверждена экспериментальным исследованием.

Результаты работы должны иметь **апробацию и внедрение**. Результаты работы должны пройти апробацию у широкой аудитории специалистов по рассматриваемому вопросу на конференциях, докладах, семинарах и т.п. Также результаты работы должны быть внедрены в производственную практику на каком-либо предприятии (а лучше на множестве предприятий) и продемонстрировать свою значимость.

Тема и содержание диссертационной работы должны **соответствовать специальности**, по которой соискатель собирается защищать работу. Наиболее распространенная ошибка, когда выбранный объект исследования не соответствует заявляемой соискателем специальности. Поэтому необходимо максимально ответственно подойти к выбору объекта исследования и темы диссертации, разбираться в номенклатуре специальностей и четко знать паспорт той специальности, по которой будет готовиться диссертация.

Содержание диссертации должно **соответствовать теме**. Тема диссертации – стержень, которого необходимо придерживаться на протяжении всего материала диссертации. Весь материал должен быть посвящен теме работы, достижению поставленной цели и решению поставленных задач диссертации. Недопустимы какие-либо отступления, не имеющие отношения к теме диссертации.

Рукопись диссертации должна быть **оформлена на высоком уровне** в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.11-2011.

5.3 Паспорта специальностей

06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства

Формула специальности:

Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства – область науки, которая изучает биологические и хозяйственные особенности сельскохозяйственных животных с целью эффективного их использования для производства соответствующих продуктов животноводства; разрабатывает методы воспроизводства, выращивания и содержания сельскохозяйственных животных; разрабатывает прогрессивные технологии производства продуктов животноводства. Значение научных и технических проблем данной специальности для народного хозяйства состоит в увеличении производства продуктов животноводства, улучшении их качества, снижении затрат труда и средств на единицу производимой продукции.

Области исследований:

1. Изучение биологических и хозяйственных особенностей сельскохозяйственных животных при различных условиях их использования.

2. Сравнительное породоиспытание применительно к различным условиям использования животных (включая испытание новых генотипов и типов и структурных единиц породы).

3. Изучение акклиматизации и адаптации импортных пород и линий и разработка методов их эффективного использования.

4. Изучение особенностей и закономерностей формирования племенных и продуктивных качеств скота в условиях различных технологий.

5. Обоснование хозяйственно-биологических параметров оценки пригодности различных пород скота для производства продуктов животноводства.

6. Разработка методов комплексной оценки и ранней диагностики продуктивных качеств скота.

7. Изучение возможностей использования новых видов животных в сельскохозяйственном производстве.

8. Разработка методов повышения продуктивных и воспроизводительных качеств скота.

9. Разработка методов повышения качества продукции сельскохозяйственных животных.

10. Совершенствование существующих и разработка новых методов выращивания молодняка сельскохозяйственных животных для различных условий их использования.

11. Совершенствование существующих и разработка новых методов воспроизводства и содержания сельскохозяйственных животных.

12. Разработка режимов содержания и кормления сельскохозяйственных животных в условиях различных технологий.

13. Совершенствование существующих и разработка новых технологий производства продуктов животноводства при различных формах хозяйствования.

14. Обоснование и разработка зоотических требований для проектирования построек и конструирования оборудования для животноводства.

15. Испытание и хозяйственно-зоотическая оценка систем и конструкций оборудования для животноводства.

Отрасль наук: биологические науки, сельскохозяйственные науки.

06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных

Формула специальности:

Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных – область науки, изучающая закономерности генетической обусловленности в проявлении морфологических признаков, процессов роста и развития, воспроизводительных и физиологических особенностей и продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, включая пчел и шелкопрядов. Значение проблем специальности для народного хозяйства заключается в разработке теории и практики подбора сельскохозяйственных животных, направленных на совершенствование продуктивных и племенных качеств животных, позволяющих увеличить производство продуктов животноводства с наименьшими затратами труда и низкой себестоимостью.

Области исследований:

1. Совершенствование существующих и создание новых пород, типов, линий, семейств и кроссов сельскохозяйственных животных.
2. Разработка новых приемов отбора и оценки племенных и продуктивных качеств сельскохозяйственных животных.
3. Оптимизация систем формирования селекционных групп животных при чистопородном разведении и скрещивании.
4. Оценка и использование селекционно-генетических параметров (изменчивость, наследуемость, повторяемость, сопряжен-

ность признаков) при совершенствовании систем селекции в породах и популяциях сельскохозяйственных животных.

5. Разработка методов оценки экстерьера и использование их в прогнозировании продуктивности.

6. Разработка систем сохранения и рационального использования генофонда локальных и исчезающих пород сельскохозяйственных животных.

7. Оценка результативности племенной работы и отдельных ее аспектов при моделировании различных вариантов селекционных программ на различных уровнях управления (стадо, регион, порода, популяция).

8. Разработка селекционно-генетических методов, направленных на повышение резистентности животных к заболеваниям.

Отрасль наук: биологические науки, сельскохозяйственные науки.

06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов

Формула специальности:

Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов – область науки, занимающаяся изучением физиологической потребности различных видов сельскохозяйственных животных, птицы и пушных зверей в питательных, биологически активных веществах и энергии; разработкой научно обоснованных норм и типовых рационов; установлением питательной ценности разных видов кормов, разработкой технологии их производства и подготовки к скармливанию. Объекты исследований: крупный рогатый скот, лошади, овцы и козы, свиньи, сельскохозяйственная птица; пушные звери – норка, соболь, песец, лисица,

хорь, енотовидная собака, нутрия, а также кролик, ондатра, шиншилла, сурок и другие виды, вводимые в зоокультуру. Кроме того, объектами изучения являются различные кормовые средства и биологически активные вещества.

Области исследований:

1. Потребность различных видов сельскохозяйственных животных, птицы, пушных зверей и кроликов в разные физиологические периоды в питательных веществах, энергии, биологически активных веществах, витаминах. Балансовые, респирационные, научно-хозяйственные и другие опыты.

2. Разработка и совершенствование научно обоснованных норм кормления и типовых рационов по регионам страны для различных видов сельскохозяйственных животных, птицы, пушных зверей и кроликов. Научно обоснованные рецепты комбикормов, премиксов и белково- витаминно-минеральных концентратов. Нормативы затрат кормов на единицу продукции сельскохозяйственных животных и пушных зверей. Оплата корма продукцией. Экономическая эффективность норм кормления животных и использования биологически активных веществ.

3. Специфика кормления сельскохозяйственных животных, нутрий и кроликов в промышленных комплексах. Совершенствование рецептов комбикормов и способов подготовки их к вскармливанию. Разработка надежных способов обеззараживания, детоксикации и рационального использования условно годных кормов.

4. Совершенствование систем и методов оценки питательности кормов и рационов для сельскохозяйственных животных, птицы и пушных зверей.

5. Оценка качества кормов для сельскохозяйственных животных, птицы и пушных зверей с использованием наиболее объективных лабораторных методов.

6. Разработка и совершенствование норм витаминного и минерального питания сельскохозяйственных животных, птицы и пушных зверей и других видов, вводимых в зоокультуру.

7. Установление питательной ценности новых видов кормов животного, растительного и микробиального происхождения, технологии их производства и подготовки к скармливанию.

8. Изучение возможности использования отходов пищевой и перерабатывающей промышленности в качестве кормовых средств для расширения кормовой базы для сельскохозяйственных животных, птицы, пушных зверей и кроликов.

9. Оценка рационов, рецептов комбикормов, оптимизация кормления с использованием современных технических средств.

10. Совершенствование технологии кормоприготовления для сельскохозяйственных животных, птицы, плотоядных пушных зверей и грызунов (нутрия, кролик, ондатра и др.) с использованием современных машин.

11. Механизированная и автоматизированная раздача кормов животным в крупных специализированных хозяйствах.

12. Разработка новых эффективных отечественных систем автоматического и полуавтоматического поения сельскохозяйственных животных, пушных зверей и кроликов.

Отрасль наук: биологические науки, сельскохозяйственные науки.

06.02.01 Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных

Формула специальности:

Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных – область науки, изучающая общие и частные вопросы ветеринарной нозологии клинической ветеринарии, механизмы возникновения, течения и исходы болезней, этиологию, пато- и морфогенез незаразных, инфекционных, инвазионных, онкологических болезней животных, разрабатывающая на этой основе принципы и методы диагностики, лечения, профилактики, организационные меры борьбы с ними. Значение специальности для народного- хозяйства состоит в решении актуальных проблем обеспечения ветеринарного благополучия и продуктивности животных.

Области исследований:

1. Общие и теоретические аспекты ветеринарной нозологии и патологии.
2. Вопросы клинической ветеринарии, принципы, методы и технологии обследования, общей, специальной и инструментальной диагностики болезней животных, частная синдроматика (кардио-, нейро-, гепато-, нефропатология, желудочно-кишечные, респираторные, репродуктивные расстройства).
3. Этиология, патогенез незаразных болезней, патологических и стрессовых состояний, патология обмена веществ у животных.
4. Принципы и методы общей и частной лекарственной, физиотерапии и профилактики незаразных болезней, научные основы диспансеризации продуктивных и мелких домашних животных.
5. Особенности клинических и патоморфологических проявлений, патогенез и семиотика инфекционных и инвазионных болезней животных, их значение для диагностики, дифференциальной

диагностики и лечения.

6. Онкологические заболевания продуктивных и мелких домашних животных, этиология, онкогенез и морфология, разработка методов диагностики и дифференциальной диагностики, лечение новообразований.

7. Нарушения обмена веществ, защитно-приспособительные, иммуноморфологические и восстановительные реакции в развитии, течении и исходе болезней животных различной этиологии.

8. Иммуноморфологические и иммунопатологические процессы, причины и сущность иммунодефицитов, аутоиммунных механизмов, иммунологической толерантности в патологии животных различной этиологии.

9. Структура и функции клеток, тканей и органов животных, взаимосвязь функциональных, структурных и гистохимических изменений в норме и патологии.

10. Морфологические критерии оценки, обеспечивающие производство высококачественных продуктов животного происхождения для питания людей и предупреждение заболеваний зооантропонозами.

Отрасль наук: ветеринарные науки, биологические науки.

06.02.06 Ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных

Формула специальности:

Ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных – область науки, которая изучает связанные с беременностью и родами процессы, протекающие в организме матери и плода, патологию этого периода, анатомо-физиологические особенности строения половой системы у самок различных видов животных, а также

разрабатывает и внедряет в практику методы родовспоможения, профилактики, прогнозирования и лечения различных форм патологии беременности. Развитие этой научной дисциплины неразрывно связано с успехами в области эмбриологии, эндокринологии, физиологии, фармакологии, терапии, хирургии, генетики, морфологии и гистологии. Биотехника репродукции животных представляет собой область науки, которая включает сложный комплекс биотехнологических исследований, направленных на изучение факторов, влияющих на биологическую полноценность гамет сельскохозяйственных и домашних животных, методов профилактики распространения генетических аномалий при воспроизводстве, нейроэндокринной регуляции воспроизводственной функции; совершенствование технологии получения спермы и эмбрионов, биотехнологических методов искусственного осеменения и трансплантации эмбрионов сельскохозяйственных животных.

Области исследований:

1. Общие биологические закономерности, связанные с беременностью и развитием плода у различных видов животных.
2. Влияние экзогенных и эндогенных факторов на процесс беременности, развитие плода и роды.
3. Нейроэндокринная регуляция процесса беременности и родов у сельскохозяйственных и домашних животных.
4. Обмен веществ в организме матери и плода в норме и при различной патологии беременности.
5. Фетоплацентарная недостаточность у самок сельскохозяйственных и домашних животных и методы ее коррекции.
6. Роль микроорганизмов в развитии гинекологических болезней и методы их профилактики.

7. Профилактика и терапия гинекологических болезней у самок сельскохозяйственных и домашних животных.

8. Совершенствование методов ранней диагностики беременности у различных видов животных.

9. Факторы, влияющие на проявление наследственной предрасположенности к гинекологическим болезням и патологии плода.

10. Строение и функция гамет у различных видов животных и факторы, вызывающие генетические нарушения.

11. Факторы, способствующие получению качественной спермы от производителей, и методы сохранения ее в биологически полноценном состоянии вне организма.

12. Физиологический, эндокринный, биохимический и иммунологический статус у различных видов животных и взаимосвязь этих показателей с их репродуктивной способностью.

13. Влияние искусственного осеменения на воспроизводительную способность животных, устойчивость их к различным болезням, в том числе генетически обусловленным.

14. Нейроэндокринная регуляция воспроизводительной способности у производителей животных.

15. Совершенствование биотехнологических схем регулирования воспроизводительной функции у животных.

16. Научно обоснованные ветеринарно-санитарные и зоотехнические мероприятия, обеспечивающие санитарное и биологическое качество спермы производителей сельскохозяйственных животных.

Отрасль наук: биологические науки, сельскохозяйственные науки, ветеринарные науки.

06.02.02 Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология

Формула специальности:

Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология – область науки, изучающая систематику, структуру, физиологию, биохимию, генетику, экологию патогенных микроорганизмов (бактерий, вирусов, грибов), имеющих ветеринарное значение, эпизоотологические и экологические закономерности возникновения, распространения инфекционных болезней и иммунологию сельскохозяйственных, домашних и диких животных, изучающая и разрабатывающая методы, средства и организационные основы диагностики, лечения, профилактики и ликвидации этих болезней.

Области исследований:

1. Природа и происхождение, структура, химический состав, морфологические, биологические, физико-химические свойства патогенных бактерий, вирусов и токсигенных грибов. Классификация возбудителей и вызываемых ими инфекционных болезней животных.

2. Теоретические и прикладные проблемы экологии микроорганизмов и вирусов.

3. Генетика и селекция, культивирование бактерий, вирусов, грибов. Создание новых штаммов микроорганизмов, разработка, стандартизация, технология и контроль производства биопрепаратов на основе патогенных микроорганизмов.

4. Инфекционный процесс. Природа патогенности, явления, процессы и механизмы взаимодействия микро - и макроорганизмов на всех уровнях (молекулярно-генетическом, клеточном, тканевом,

организменном, популяционном) в условиях воздействия экзогенных и эндогенных факторов.

5. Методы выделения микроорганизмов и вирусов из патологического материала, средства и методы диагностики инфекционных болезней животных, индикация патогенных микроорганизмов.

6. Общая и частная инфекционная патология. Семиотика, патогенез и патофизиология инфекционных болезней животных.

7. Эпизоотический процесс, общие и частные вопросы эпизоотологии инфекционных болезней животных. Новые инфекции животных, болезни, общие для человека и животных. Эпизоотологический метод исследования, аналитическая эпизоотология.

8. Эпизоотологический мониторинг и надзор. Природная очаговость инфекционных болезней животных, трансмиссивные инфекции животных различной этиологии. Способы и средства борьбы с переносчиками инфекционных болезней. Принципы противоэпизоотической и профилактической работы. Общие и специальные мероприятия по борьбе, профилактике и ликвидации инфекционных болезней животных. Государственные и международные аспекты эпизоотологии.

9. Активная специфическая профилактика инфекционных болезней животных, вакцины, вакцинология, способы вакцинации. Средства и методы лечения и лекарственной профилактики инфекционных болезней животных.

10. Источники возникновения микотоксикозов, их диагностика, лечение и профилактика.

11. Структура, пути биосинтеза, метаболизма и трансформации микотоксинов, методы их препаративного получения, идентификации и анализа.

12. Микотоксикологический мониторинг объектов ветеринарно-санитарного надзора на основе индикации микроскопических грибов и микотоксинов.

13. Средства и способы обеззараживания кормов и продукции животноводства, контаминированных токсигенными грибами и микотоксинами.

14. Иммунология животных, противоинфекционный иммунитет, иммунопатология и иммунодефициты. Иммунологический анализ в эпизоотологии. Серология, серофилактика и серотерапия инфекционных болезней животных.

15. Организация и экономика ветеринарного дела, развитие и совершенствование ветеринарной службы страны, обеспечение, планирование и осуществление ветеринарных мероприятий при инфекционных болезнях животных.

Отрасль наук: биологические науки, ветеринарные науки

Вопросы для самоконтроля.

1. Назовите общие требования к литературному оформлению научной работы.

2. Какие виды научных работ вы знаете?

3. Требования к диссертационной работе.

4. Назовите области исследования по специальности 06.02.10.

5. Назовите области исследования по специальности 06.02.01.

Список использованной и рекомендованной литературы

1. Антонова, В.С. Методология научных исследований в животноводстве: учебное пособие / В.С. Антонова, Г.М. Топурия, В.И. Косилов. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011. – 246 с.
2. Викторов, П.И. Методика и организация зоотехнических опытов / П.И. Викторов, В.К. Менькин. – М.: Агропромиздат, 1991. – 112 с.
3. Волков, Ю.Г. Диссертация: подготовка, защита, оформление: практическое пособие / Ю.Г. Волков. – Москва: Гардарики, 2001. – 157 с.
4. ГОСТы - <http://www.library.ru/1/kb/standart/>
5. ГОСТ Р 7.0.11-2011 Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. – М.: Стандартинформ. – 2012. – 16 с.
6. ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – М.: Стандартинформ. – 2006. – 16 с.
7. Кузнецов, И.Н. Научные работы: методика подготовки и оформления / [авт.-сост. И. Н. Кузнецов]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Амалфея, 2000. – 543 с.
8. Кузин, Ф.А. Кандидатская диссертация: методика написания, правила оформления и порядок защиты: практическое пособие для аспирантов и соискателей ученой степени / Ф.А. Кузин. – 7-е изд., доп. – М.: Ось-89, 2005. – 219 с.
9. Лакин, Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

10. Ленточкин, А.М. Требования к оформлению рукописи: учеб.-метод. пособие / ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА; сост. А. М. Ленточкин. – Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2007. – 64 с.
11. Ленточкин, А.М. Методология научных исследований в агрономии: учебное пособие / А.М. Ленточкин. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. – 106 с.
12. Липчиу, Н.В. Методология научного исследования: учеб. пособие / Н.В. Липчиу, К.И. Липчиу. – Краснодар: КубГАУ, 2013 – 290 с.
13. Мазуркин, П.М. Основы научных исследований: учеб. пособие / П.М. Мазуркин; МарГУ. – Йошкар-Ола, 2006. – 405 с.
14. Меркурьева, Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е.К. Меркурьева. – М: Колос. – 1970. – 425 с.
15. Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. – М.: Колос, 2006. – 231 с.
16. Платонова, С.И. Философские проблемы ветеринарии и зоотехнии. Курс лекций: учебное пособие / С.И. Платонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 152 с.
17. Паспорта научных специальностей <http://arhvak.minobrnauki.gov.ru/web/guest/316> (обращение 22.04.2019).
18. Яковенко, А.М. Биометрические методы анализа качественных и количественных признаков в зоотехнии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Яковенко, Т.И. Антоненко, М.И. Селионова. – ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ. – Электрон. дан. – Ставрополь: АГРУС, 2013. – 91 с.

Приложение А

Стандартные значения критерия достоверности
(по Стьюденту) при трех уровнях вероятности

Число степеней свободы (v)	Уровень вероятности (P)			Число степеней свободы (v)	Уровень вероятности (P)		
	0,95	0,99	0,999		0,95	0,99	0,999
1	12,71	63,66	637,00	21	2,08	2,83	2,82
2	4,30	9,93	31,60	22	2,07	2,82	3,79
3	3,18	5,84	12,94	23	2,07	2,81	3,77
4	2,78	4,60	8,61	24	2,06	2,80	3,75
5	2,57	4,03	6,86	25	2,06	2,76	3,73
6	2,45	3,71	5,96	26	2,06	2,78	3,71
7	2,37	3,50	5,41	27	2,05	2,77	3,69
8	2,31	3,36	5,04	28	2,05	2,76	3,67
9	2,26	3,25	4,78	29	2,05	2,76	3,66
10	2,23	3,17	4,59	30	2,04	2,75	3,65
11	2,20	3,11	4,44	35	2,03	2,72	3,59
12	2,18	3,06	4,32	40	2,02	2,70	3,55
13	2,16	3,01	4,22	45	2,01	2,69	3,52
14	2,15	2,98	4,14	50	2,01	2,68	3,50
15	2,13	2,93	4,07	60	2,00	4,66	3,46
16	2,12	2,92	4,02	70	1,99	2,65	3,43
17	2,11	2,90	3,97	80	1,99	2,64	3,42
18	2,10	2,88	3,92	90	1,98	2,63	3,40
19	2,09	2,86	3,88	100	1,98	2,62	3,37
20	2,09	2,85	3,85	120 и выше	1,96	2,56	3,29

Учебное издание

**Методология и методы научных
исследований в животноводстве**

Учебное пособие

Составитель
Мартынова Екатерина Николаевна

Подписано в печать 11.06.2019 г.
Формат 60x84/16. Гарнитура New Times Roman.
Усл. печ. л. 6,3. Уч.-изд. 4,9.
Тираж 100 экз. Заказ № 7819.
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11

