

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

В четырех частях

Часть 2

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия для студентов
учреждений, обеспечивающих получение высшего образования
II ступени по специальности 1-74 80 03 Зоотехния*

Горки
БГСХА
2021

УДК 636:004.9(075.8)

ББК 45/46я73

Ц75

*Рекомендовано методической комиссией факультета
биотехнологии и аквакультуры 22.02.2021 (протокол № 6)
и Научно-методическим советом БГСХА 24.02.2021 (протокол № 6)*

Авторы:

доктор сельскохозяйственных наук *А. В. Соляник*;
кандидат сельскохозяйственных наук *В. В. Соляник*;
магистр сельскохозяйственных наук *С. В. Соляник*;
кандидат сельскохозяйственных наук *А. Н. Соляник*;
кандидат сельскохозяйственных наук *В. А. Соляник*;
кандидат сельскохозяйственных наук *А. А. Соляник*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Л. А. Танана*;
доктор сельскохозяйственных наук, доцент *А. А. Хоченков*;
кандидат экономических наук, доцент *В. Г. Ракутин*;
кандидат биологических наук, доцент *Т. В. Павлова*

Цифровые технологии в животноводстве : учебно-методическое пособие. В 4 ч. Ч. 2. Математические основы разработки цифровых технологий в животноводстве / *А. В. Соляник [и др.]*. – Горки : БГСХА, 2021. – 148 с.
ISBN 978-985-882-069-5.

В соответствии с программой дисциплины «Цифровые технологии в животноводстве» в пособие включены темы, в каждой из которых дается необходимый материал для изучения минимума теоретических и справочных данных, задания и методические указания по их выполнению, контрольные вопросы.

Для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования II ступени по специальности 1-74 80 03 Зоотехния.

УДК 636:004.9(075.8)

ББК 45/46я73

ISBN 978-985-882-069-5 (ч. 2)

ISBN 978-985-882-067-1

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2021

ВВЕДЕНИЕ

Агрономическое и зоотехническое образование в конце позапрошлого века получили специалисты, ставшие впоследствии выдающимися учеными, обучавшиеся ранее на физико-математических факультетах университетов, а знания, полученные при изучении естественных наук, успешно применялись в агрономии и зоотехнии.

В 30-е гг. XX в. зоотехническое образование стало самостоятельным и отпочковалось от классического университетского образования.

В середине XX в. при обучении на зоотехнических (зооинженерных) факультетах высших учебных заведений большая часть образовательного процесса была посвящена математике и физике. Однако в конце прошлого и начале нынешнего века эти естественнонаучные направления в зоотехнии (биотехнологические факультеты) сократились.

У соавторов учебного пособия по цифровизации животноводства имеется опыт общения с профессионалами в области программирования, так как они в 1993 г. проходили обучение на факультете повышения квалификации минского радиотехнического института (ФПК РТИ) по направлению «персональные профессиональные электронно-вычислительные машины», изучали архитектуру и операционные системы ППЭВМ, программирование на Ассемблер, инструментальные системы и программирование на Turbo C, системы управления базами данных (СУБД). После окончания обучения с преподавателями ФПК РТИ в период 1996–1997 гг. выполняли отдельный научно-технический проект (ОНТП) по созданию программных продуктов для животноводства. Данный ОНТП был первым в Республике Беларусь, в рамках которого разрабатывалось ПО для животноводства, и эту работу выполняли ученые-зоотехники, получившие образование в РТИ. В то время, как и сегодня, при Министерстве сельского хозяйства и продовольствия действовал и действует государственный информационно-вычислительный центр, занимающийся разработкой специализированного программного обеспечения для сельскохозяйственных организаций.

Для разработки оптимальных по питательности и минимальных по стоимости рецептов кормления сельскохозяйственных животных программисты РТИ вначале создали СУБД-классификатор питательности

кормов; нормы кормления; ограничения по скармливанию конкретного вида корма; стоимость кормов и др., а затем на языке Visual C++ (программный продукт авторами пособия приобретен специально для МРТИ) написали ядро программы расчета, используя симплекс-метод нахождения оптимального варианта. Однако представленный код программы так и не позволил создать программный продукт для реализации пользователям – зоотехникам сельскохозяйственных организаций.

Чтобы выйти из создавшейся ситуации соавторами пособия в электронных таблицах MS Excel-95 была разработана программа, включающая три листа книги табличного процессора и функцию «Поиск решения», которую можно было установить на любой компьютер, имеющий Microsoft Office. Созданное ПО было представлено программистам РТИ, которые проанализировали содержимое ячеек, их взаимосвязи, формулы и общий алгоритм работы с блок-программами по копированию данных и проведению расчета.

Программисты РТИ, имея в своем распоряжении работающую в MS Excel программу по расчету оптимальных рационов кормления животных, так и не смогли ее воспроизвести, используя СУБД и Visual C++. Эта ситуация подсказала, что для решения узкоспециализированных зоотехнических и зооигиенических задач необходимо использовать электронные таблицы и стандартные функции табличного процессора MS Excel. Дело в том, что проведение расчетов в ячейках электронных листов (книг) позволяет не только создавать работающие блок-программы, но и в реальном времени отслеживать правильность проведенных расчетов, по ходу корректируя алгоритм их выполнения, дополняя (исключая) ячейки (столбцы, строки), меняя взаимосвязь между данными и т. д.

При разработке компьютерных программ с использованием языков программирования требуется профессиональное понимание всех основ разработки программного обеспечения. Ведь программист, делая ПО на заказ (продажу), в большинстве случаев не является специалистом в той области науки, для которой он его разрабатывает. Например, почему программистам-профессионалам сложно создать программы по оптимальному использованию транспортных средств, по проектированию сбалансированных рационов кормления животных, по созданию расписания обучения студентов и т. д.? Проблема заключается в том, что у программистов нет достаточных знаний в области логистики, зоотехнии, педагогики, они не владеют основами организации процес-

сов в этих областях, не знают ограничения по использованию тех или иных параметров, участвующих в расчете.

Чтобы минимизировать количество ошибок и упростить создание программных продуктов, программисты используют как системы управления базами данных, так и языки программирования различного уровня. При этом у заказчика ПО программисты еще до начала работы над компьютерной программой уточняют узкоспециальные вопросы: размерность ячеек, тип данных, основные ограничения и т. д. Однако, в конечном итоге, и это не спасает от ошибок.

Ученые и практики в области зоотехнии и зоогигиены как сельскохозяйственной отрасли науки в своей работе всегда использовали методы, разработанные в других областях. Заимствование происходило преимущественно из естественных наук: математика, физика, химия и биология, например, моделирование влияния микроклиматических факторов на растения и животных.

Климат планеты определяется не столько приходящей солнечной энергией, сколько тем, как устроена динамика атмосферы и океана. К сожалению, при изучении динамики простых рассуждений о физических эффектах и оценочных суждений недостаточно. Любой, даже самый здравый эффект может быть нивелирован или, наоборот, усилен динамикой. Динамику климата Земли нужно моделировать! Тут, кажется, проявляется классическая проблема теории игр: платить надо сейчас, чтобы снизить риски, которые станут заметны через десятилетия.

Важно, когда люди умеют читать на английском языке. Еще больше радует, что любители астрономии читают статьи по астрофизике и активно их обсуждают. Другое дело, что большая масса обсуждаемых популярных статей либо написана по аннотациям, либо содержит излишне усиленные выводы.

Тема 1. ВЫЯВЛЕНИЕ СКРЫТЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Цель занятия: обосновать методологию выявления скрытых закономерностей в первичных данных функционирования животноводческих объектов.

Материалы и оборудование: учебное пособие, компьютерная техника.

Задание 1. Изучить численные методы разработки математических функций от одной и (или) двух переменных; положительные и отрицательные стороны применения в зоотехнии и зоогигиене статистических методов для анализа технологических решений; прямолинейные статистические зависимости.

Задание 2. Освоить компьютерную методологию восстановления условно первичных данных из опубликованных цифровых статистически обработанных материалов, полученных независимыми исследователями; научные основы разработки компьютерных программ для создания цифровых двойников животноводческих объектов, технологий и технологических решений.

Задание 3. Дать характеристику цифровым моделям: биологическим процессам у животных; зоотехническим процессам в подотраслях животноводства; зоогигиеническим и экологическим процессам в животноводстве; технологическим процессам в товарном и племенном животноводстве.

Задание 4. Найти в библиотеке или в сети Интернет научные публикации (статьи в журналах и сборниках трудов, разделы и главы монографий и др.), в которых изложены вышеперечисленные вопросы; знать, как и для чего применяются компьютерные блок-программы.

Задание 5. Ознакомиться с перечнем публикаций, в которых представлены практические решения вопросов обоснования методологии выявления скрытых закономерностей в первичных данных функционирования животноводческих объектов (таблицы, компьютерные блок-программы или отдельные тезисы).

Порядок и методика выполнения работы. Теоретический минимум. Занятие проводится в аудитории. Под руководством преподавателя или самостоятельно магистранты изучают численные методы разработки математических функций от одной и (или) двух переменных; положительные и отрицательные стороны применения в зоотех-

нии и зооигиене статистических методов для анализа технологических решений; прямолинейные статистические зависимости; компьютерную методологию восстановления условно первичных данных из опубликованных цифровых статистически обработанных материалов, полученных независимыми исследователями; научные основы разработки компьютерных программ для создания цифровых двойников животноводческих объектов, технологий и технологических решений; характеристику цифровых моделей: биологических процессов у животных; зоотехнических процессов в подотраслях животноводства; зооигиенических и экологических процессов в животноводстве; технологических процессов в товарном и племенном животноводстве.

Математическая зоотехния начала формироваться в конце XIX – первой половине XX в. Простейшие математические расчеты проводились зоотехниками при разработке рационов кормления животных, осуществлении статистической обработки первичных производственных данных для выполнения селекционно-племенной работы с различными зоологическими видами.

Появление большого объема табличных данных по различным зоотехническим, зооигиеническим и экологическим вопросам развития животноводства позволило проводить различные вычисления по большим массивам цифрового материала. Начиная с 60-х гг. XX в., с развитием компьютерной техники появились программные продукты в виде систем управления базами данных (СУБД).

На основе СУБД разрабатывались коммерческие компьютерные программы, имеющие блоки оптимизации, на основе симплекс-метода, что давало возможность проектировать оптимальные по питательности и минимальные по стоимости рационы кормления животных. Системы управления базами данных дали возможность более планомерно вести племенную учет и выполнять селекционно-племенную работу.

В начале XXI в. в странах дальнего зарубежья в технологию содержания животных стали внедряться всевозможные датчики, индикаторы, сканеры, оборудования видеонаблюдения, автоматизированные системы по поддержанию оптимальных микроклиматических условий, контроль работы систем вентиляции, кормления, навозоудаления и др.

Такая системная работа с использованием огромного количества технических средств в животноводстве западными учеными была позиционирована как наступление века точного животноводства по аналогии с точным земледелием и т. д.

В отличие от стран дальнего и ближнего зарубежья, в Республике Беларусь можно отметить несколько иную хронологию и создание особых подходов в решении проблем зоотехнии, зоогигиены и экологии животных. Далее будем объединять эти научные направления под одним термином – зоотехния, хотя целесообразнее было бы говорить в первую очередь о зоогигиене, затем о зоотехнии и лишь потом об экологии. В любом случае, в понимании советских и постсоветских ученых сельскохозяйственной наукой, основой является зоотехния. В то же время в странах дальнего зарубежья применяется термин «зоогигиена» («гигиена животных»). Зоогигиена у них является частью ветеринарной медицины.

Основу обращения с животными составляют зоогигиена и кормление. Ведь, прежде чем приобрести животное, человек думает о том, где его разместить и чем покормить. Лишь спустя некоторое время, если профилактические мероприятия не позволяют избежать специфического заболевания для данного зоологического вида, человек приглашает врача ветеринарной медицины, чтобы он сделал прививку или осуществил лечение. Однако, если человек имеет зоотехническое образование, т. е. изучал гигиену животных и основы ветеринарии, то он в состоянии привить животное (поставить укол, инъекцию) самостоятельно. Вопросы экологии зоогигиенисты решают, исключительно основываясь на зоотехнических знаниях, а не на ветеринарных.

Во второй половине XX в., когда создавалось программное обеспечение для, так сказать, рядовых пользователей компьютеров, условно выделилось несколько направлений: текстовые редакторы, электронные таблицы и системы управления базами данных.

С момента выхода на международный рынок компании Microsoft с офисными программами версии 95 их основу составляли MS Word, MS Excel, MS Access. Именно последнее программное обеспечение из перечисленных было предназначено для создания баз данных и управления ими. К слову, на основе MS Access создавались базы данных по разведению и кормлению животных, точнее, СУБД по учету продуктивности животных различных зоологических видов, по питательности кормов и кормовых средств, нормам кормления и др.

При этом для процесса оптимизации системы управления базами данных должны были пересылать информацию в табличный процессор MS Excel, где имеется программа «Поиск решения», ядром которой служит симплекс-метод. Эта ситуация с использованием и электронных таблиц, и СУБД, на наш взгляд, явилась основной ошибкой, со-

вершенной более четверти века учеными-зоотехниками при непосредственном лоббизме своих интересов специалистами в информационных технологиях.

В земледелии и животноводстве базы данных (БД) и в XX в., и в нынешнем представляли собой множество таблиц от одной или нескольких переменных. По сути, это были, как сейчас называют, Большие Данные, в которых были и остаются не выявленные (скрытые) закономерности.

Поэтому, основываясь на базах данных и системе управления ими, в начале нулевых стало формироваться точное земледелие и точное животноводство. При этом использовались или точные числовые значения, или прямолинейные зависимости, характеризующие развитие того или иного процесса.

Дело в том, что всевозможные датчики, сканеры и прочие регистрирующие устройства сверяют численные значения, полученные с объекта (поля, ферма), с имеющейся в базе данных информацией, после чего происходит включение механизма регулирования технологическим процессом, чтобы нивелировать разницу между сравниваемыми вариантами. Например, квадрокоптер при оценке содержания питательных веществ в сельхозугодиях на конкретном поле дает информацию агроному о том, что там не хватает тех или иных удобрений в определенном количестве. Эта информация поступает на устройство по внесению удобрений, которое, в свою очередь, «привязано» к координатам GPS-навигации (ГЛОНАСС).

Аналогичная ситуация наблюдается с точным животноводством, когда в автоматическом режиме регулируется работа систем кормления, вентиляции, навозоудаления, т. е. когда фактическая ситуация сравнивается с табличными данными по конкретному технологическому решению.

Сами базы данных занимают огромные объемы на жестком диске компьютера, так как одно числовое значение внесено в одну ячейку таблицы. Поэтому системы управления базами данных работают со строками и столбцами, на пересечении которых формируется ячейка таблицы. Столбцы и строки в земледелии и животноводстве по различным направлениям агрономии и зоотехнии могут исчисляться сотнями, тысячами и миллионами.

Как несложно предположить, наибольшее распространение программное обеспечение получило в бухгалтерском учете, основу которого составляет 1С-Бухгалтерия, а также в экономическом планирова-

нии. Однако для различных видов экономической деятельности или сфер производства методические подходы в использовании специализированного ПО в бухгалтерском учете могут кардинальным образом отличаться.

Попытки применить алгоритмы 1С для подотраслей животноводства превратились в создание бухгалтерских «монстров» для внесения информации, требующее больших трудозатрат, несоизмеримых с реальной финансовой эффективностью этого учета.

Для упрощения ведения учета в свиноводстве, скотоводстве или птицеводстве, не упуская при этом основных тенденций при производстве молока и мяса, специалисты-зоотехники, используя MS Excel, способны самостоятельно разработать простейшие компьютерные программы с привязкой к капитальным зданиям, в которых содержатся животные определенного зоологического вида. Если зоотехник сам создал программу для автоматизации необходимых для него расчетов, то это указывает на его понимание сути технологических процессов, происходящих на молочно-товарной ферме, свиноводческом комплексе или птицефабрике. Прежде всего, это связано с привязкой ко времени (сутки, неделя, месяц и др.) оборота стада, движения поголовья, занятия скотомест, а также расходом воды, кормов, ветеринарных препаратов, и в дополнение – трудозатратами работников и их заработной платой, ритмичностью отгрузки готовой продукции и получением за нее денежных средств на расчетный счет.

Важно, чтобы использование handmade-программ для экспресс-расчета давало реальные финансовые результаты, и неважно, в каком виде реализованы автором алгоритмы вычислений. Если предлагаются бесплатные специализированные компьютерные программы с открытым кодом и реализованные в табличном процессоре, то, безусловно, ими можно пользоваться, сравнивая с имеющимся программным обеспечением, созданным собственноручно.

Изложение достаточно информационно-специфического материала для зоотехников-практиков и ученых-зоотехников в пособии осуществляется на простом понятном языке. Понимание будет строиться на знании авторами пособия основ современных методов, применяемых в IT-сфере, но без углубления в детали компьютерного программирования, математического моделирования и др.

Для реализации предлагаемых в учебном пособии компьютерных блок-программ, написанных в электронных таблицах (табличном процессоре) MS Excel, достаточно скопировать их листинги в области

ячеек, образованных столбцами и строками. Программы написаны с открытым кодом. Сам программный код можно посмотреть, используя вкладки Сервис → Макрос → Редактор Visual Basic → Редактор сценариев. Однако для непрофессионалов в области программирования на языке Visual Basic нет особого смысла рассматривать код программы.

В то же время если магистрант предварительно скопирует блок-программу в табличный процессор, то он может воспользоваться вкладками Сервис → Параметры → Вид → Параметры окна и поставить (v) «птичку» напротив слова «формулы», чтобы увидеть всю программу целиком, т. е. исходные данные, зависимые ячейки, все формулы и т. д.

Для внесения изменений достаточно просмотреть содержимое ячейки, где отражены формулы, связанные между собой адресами других ячеек MS Excel. В случае если изменения пользователем вносятся необдуманно, блок-программа работать не будет. Дело в том, что в пособии умышленно программы не имеют защиты от внесения изменений, потому что цель использования блок-программ – это решение конкретных зоотехнических, зооигиенических, экологических, экономических и иных задач, а не поиск уязвимости программных продуктов, разработанных учеными-зоотехниками для себя, а не на продажу.

Ограничение по объему учебно-методического пособия не позволяет авторам изложить всю имеющуюся информацию по направлениям, вынесенным в их названия. Чтобы минимизировать данное препятствие, в пособии упоминаются опубликованные научные работы (монографии, статьи), в которых темы и вопросы изложены более обстоятельно и подробно. При необходимости магистрант может ознакомиться с полнотекстовой информацией научных работ, заказав их в библиотеке или найдя в Интернете в виде pdf-файлов или в формате Word (.doc).

В диссертационных исследованиях по сельскохозяйственной (научное направление – зоотехния) и ветеринарной отраслям наук, как сто лет назад, так и сейчас, ученые и практики пользуются (и, вероятно, еще долго будут использовать) всевозможными справочниками с таблицами, содержащими численные значения гематологических и биологических параметров животных различных зоологических видов, питательности кормов, теплотехнические характеристики ограждающих конструкций животноводческих зданий и т. д. При этом, чтобы использовать конкретные численные значения из справочной литера-

туры, их необходимо вручную вносить в расчеты, которые выполняются на калькуляторе по определенному алгоритму.

С появлением компьютеров и, в первую очередь, электронных таблиц процесс проведения расчетов несколько упростился. Однако осталась необходимость вручную вводить численные значения показателей, взятых из справочников. Чтобы провести моделирование изменения конечного результата за счет изменения вводной информации, нужно вручную вводить исходные данные, которые в справочнике определены как лимиты, т. е. граничные значения. При этом, например, в гематологических таблицах нет и не было математической функции изменения того или иного параметра в граничных условиях в зависимости от физиологического состояния, возраста животных или какого-либо временного периода, т. е. у исследователя не было возможности проследить основные тренды во взаимосвязях между двумя и более параметрами.

Чтобы как-то выйти из создавшегося положения, в табличном процессе строят графики и затем добавляют формулу. Однако получаемая зависимость не может использоваться при воспроизведении исходных данных, полученных по аппроксимационной кривой, так как ось X не является изменяющимся фактором для оси Y . Поэтому MS Excel нецелесообразно использовать для разработки функций от одной или двух переменных, здесь необходимы специальные коммерческие программные продукты, в обозначении которых встречаются 2D или 3D (по цене в пределах 500 у. е.). В качестве компьютерных программ, которые распространяются свободно, можно в Интернете найти продукт TableCurve версии 1.34 и выше или версии 3Dv4.0.

Технологические процессы в подотраслях животноводства, как и биологические механизмы организма животных различных зоологических видов, достаточно устойчиво функционируют в определенных границах изменяющихся параметров и показателей (например, температура человека $36,6^{\circ}\text{C}$ является средней и может колебаться в пределах от $35,5$ до $37,2^{\circ}\text{C}$, а организм человека, в зависимости от его защитных сил, не будет испытывать дискомфорта).

С точки зрения зоотехнии и зоогигиены специалист в области обращения с животными должен знать не только среднее значение физиологического, технологического, производственного параметра, но и граничные значения, т. е. минимальные и максимальные, в рамках которых не отмечается нарушения протекания тех или иных процессов.

Существует большой объем справочной информации, например, о биохимии крови свиней. В литературе все данные по белковому, углеводному, липидному, минеральному, ферментному составу крови свиней представлены в виде таблиц. При этом указываются не только средние, максимальные и минимальные значения гематологических показателей, но и в обязательном порядке половозрастные группы свиней, их физиологическое состояние и т. д.

Безусловно, наличие под рукой всевозможных справочников является большим подспорьем для практикующего специалиста, прежде всего, в области ветеринарной медицины или зоотехнии. Тем более что в век Интернета и гаджетов поиск информации зависит лишь от желания специалиста и устойчивого сигнала сотовой связи.

Однако для исследователя в области зоотехнии, гигиены и экологии животных важно понимать, как функционируют процессы: биологические (на уровне живой особи (животного, растения)), производственно-технологические (здание, ферма, комплекс), экономические (сельхозорганизация, район, область), экологические (земельные площади, административные территории). При этом понимание течения отдельных и комплексных процессов основывается не на знании средних значений биологических, технологических, экологических или экономических параметров, отраженных в таблицах и имеющих, на первый взгляд, исключительно прямолинейные зависимости. Максимально глубокое понимание динамически изменяющихся процессов базируется на выявлении закономерностей, скрытых в табличном материале (в первичных данных), и создании аппроксимационных функций, которые можно использовать в компьютерных блок-программах для проектирования имитационных моделей количественных трендов от живого организма до земельных территорий и от земельных территорий до живого организма.

Поэтому в понимании авторов пособия цифровое животноводство – это своеобразная двоякая-строенная цепочка, звеньями в которой являются живые организмы и научно-практические направления:

- земля – растения – животные – земля;
- земледелие – животноводство – финансы – земледелие;
- агрономия – зоотехния – зоогигиена – экономика – право – экология – агрономия.

С точки зрения специальностей научных работников согласно Номенклатуре специальностей научных работников Высшей аттестационной комиссии – это сельскохозяйственные науки –

06.00.00 (06.01.00 – 06.02.00; 06.03.00 – 06.04.00) и юридические науки – 12.00.00 (12.00.06).

Важнейшие философские проблемы, относящиеся к пространству и времени, – это вопросы о сущности пространства и времени, об отношении этих форм бытия и материи, об объективности пространственно-временных отношений и закономерностей.

Пространство-время – физическая модель, дополняющая пространство равноправным временным измерением и таким образом создающая теоретико-физическую конструкцию, которая называется пространственно-временным континуумом.

Не вдаваясь в философские изыскания, жизнь биологических организмов можно охарактеризовать как событие, протекающее во времени, т. е. налицо событийность биологических процессов от рождения до смерти.

Например, свиноматка опоросилась, следовательно, роды – это событие. Однако в производственных условиях заранее (за 2–3 месяца) с абсолютной точностью указать дату опороса и многоплодие свиноматки очень сложно. Дело в том, что, во-первых, неизвестно, будет или не будет прохолост. Ведь по общему правилу, если не брать сезонные колебания, осемененные матки в 70–85 % случаев остаются беременными на всем протяжении супоросности. Во-вторых, продолжительность супоросности составляет 106–124 дня, хотя средняя продолжительность в 90 % случаев – 112–116 дней. В-третьих, количество живых новорожденных поросят у свиноматки может составлять от 1 до 35 гол., для промышленных свиноводческих комплексов при условной вероятности в 80 % случаев многоплодие составляет 6–15 поросят.

Таким образом, чтобы организовать производственный процесс с запланированной финансово-экономической эффективностью необходимо осуществить имитационное моделирование наступления события с некой вероятностью и какой-либо неделимой порцией той или иной величины (например, квант).

Квант (от лат. *quantum* – сколько) – неделимая часть какой-либо величины в физике; общее название определенных порций энергии (*квант энергии*), момента количества движения (углового момента), его проекции и других величин, которыми характеризуют физические свойства микро- (квантовых) систем.

Для решения технологических задач, например товарного свиноводства, необходимо изначально оговорить некоторые условия и терминологию, исходя из функции пространство – время:

1) производственный процесс всегда развивается во времени. Поэтому шкалу времени для конкретной группы станков для опороса свиноматок можно представить как полую стеклянную трубку с градацией одна неделя (семь суток) и диаметром, выраженным числом, обозначающим количеством станков;

2) события, происходящие в течение единицы времени, уместаются в цилиндр толщиной в одну неделю. Если цилиндр из 3D перевести в 2D, то это будет прямоугольник толщиной в одну неделю и высотой в величину (численное значение) конкретного параметра;

3) по мере течения времени высота еженедельного технологического прямоугольника (диаметр цилиндра) будет или оставаться той же, или уменьшаться, или увеличиваться. При этом цилиндр (прямоугольник) визуалью может быть скошен в виде усеченного конуса или усеченной трапеции. Поэтому целесообразно указывать, каким является диаметр (высота) основания цилиндра (прямоугольника) – большим или меньшим к усеченной вершине. Это будет говорить о тенденции увеличения или уменьшения в численном значении показателя (восходящий или нисходящий тренд).

Например, увеличение высоты прямоугольника происходит при осеменении свиноматок, находящихся в буферной группе, в течение каждых последующих суток, входящих в одну неделю. Аналогичная ситуация наблюдается с «увеличением» количества опоросившихся свиноматок в цехе опороса.

В то же время по мере течения супоросности, за счет выбраковки и прохолоста происходит уменьшение количества беременных свиноматок. Аналогичная ситуация наблюдается с падежом и выбраковкой молодняка свиней по мере их роста.

К слову, увеличение-уменьшение числа животных в единицу технологического времени (технологический ритм в одну неделю) может происходить в связи с производственной необходимостью: покупка-продажа животных конкретной половозрастной группы, не предусмотренных технологическим ритмом, перевод из одной технологической группы в другую, и наоборот.



Цифровизация зоотехнии или подотрасли животноводства применима к индивидуальным (биологическим, технологическим, экологическим, экономическим) процессам, но не может выйти за рамки принципа неопределенности, накладывающего ограничение на объем информации, который можно получить из конкретного эксперимента. Дело в том, что закономерности выявляются исключительно в ограниченном объеме данных, имеющих минимальные и максимальные значения. Как следствие, аппроксимационные криволинейные и нелинейные функции описывают с минимальной ошибкой лишь ранее проанализированные массы данных.

Если применять прямолинейные зависимости, как это делают ученые-селекционеры, то можно выполнять прогнозирование, выходя за границы имеющихся данных. Как говорят селекционеры, конкретное стадо животных не является генеральной выборкой популяции этой породы в стране. Поэтому для селекционного процесса, длящегося десятилетиями, когда сменяется несколько поколений, можно и нужно применять прямолинейные зависимости, указывая коэффициент корреляции и иные статистические параметры.

Данный подход для цифровой зоотехнии и зоогигиены малопримемлем, так как на чаше весов находится благополучие животных, экономическая эффективность функционирования животноводческого объекта, экологическая ситуация на конкретной административной территории.

Отличительной особенностью научно-практических «цепочек» в зоотехнии (зоогигиене, животноводстве), по сравнению с применяемыми до настоящего момента прямолинейными подходами, является волновое (криволинейное, нелинейное) течение событий с привязкой к шкалам времени с различной градуировкой: секунда, минута, час, сутки, неделя, месяц, год.

Для конкретного животного для наступления того или иного физиологического события необходим определенный период времени, измеряемый секундами или минутами (рождение, смерть). Если же животные находятся во власти человека, например, свиньи на свиноводческом комплексе, то для наступления технологического события период времени измеряется часами, сутками или неделями, а для селекционно-племенного или экологического необходимы месяцы, годы и десятилетия.

Таким образом, время является основным индикатором правильности течения биологических и эффективности технологических процессов в зоотехнии (зоогигиене).

Для использования в расчетах различных шкал времени нами в MS Excel разработана блок-программа (диапазон ячеек A1:H8)

	A	B	C	D
1		секунда	минута	час
2	секунда	1	=B2/B3	=B2/B4
3	минута	60	1	=C3/C4
4	час	=60*B3	60	1
5	сутки	=C5*B3	=D5*C4	24
6	неделя	=C6*B3	=D6*C4	=D5*E6
7	месяц	=B3*C7	=C4*D7	=D5*E7
8	год	=B3*C8	=C4*D8	=D5*E8

	А	Е	Ф	Г	Н
1		сутки	неделя	месяц	год
2	секунда	=B2/B5	=B2/B6	=B2/B7	=B2/B8
3	минута	=C3/C5	=C3/C6	=C3/C8	=C3/C8
4	час	=D4/D5	=D4/D6	=D4/D7	=D4/D8
5	сутки	1	=E5/E6	=E5/E7	=E5/E8
6	неделя	7	1	=F6/F7	=F6/F8
7	месяц	=E6*F7	4,345245	1	=G7/G8
8	год	=E6*F8	=F7*G8	12	1

Изменяя значения в ячейках B2, C3, D4, E5, F6, G7, H8, можно рассчитывать единицы времени (с, мин, ч, сут, нед, мес, год) для взаимосвязанных параметров.

Таким образом, получается следующая иерархия единиц времени:

- в 1 мин 60 с;
- в 1 ч 60 мин, или 3600 с;
- в 1 сут 24 ч, или 1440 мин, или 86400 с;
- в 1 нед 7 сут, или 168 ч, или 10080 мин, или 604800 с;
- в 1 мес 4,345245 нед, или 30,416715 сут, или 730 ч, или 43800 мин, или 2628004 с;
- в 1 году 12 мес, или 52,143 нед, или 365,001 сут, или 8760 ч, или 525600 мин, или 31536050 с.

Или «обратная» иерархия:

- 1 мес – 0,0833333333 года;
- 1 нед – 0,019178052 года, или 0,230136621 мес;
- 1 сут – 0,002739722 года, или 0,03287666 мес, или 0,14285714 нед;
- 1 ч – 0,000114155 года, или 0,001369861 мес, или 0,00595238 нед, или 0,041666667 сут;
- 1 мин – 1,90258E-06 года, или 1,90258E-06 мес, или 9,9206E-05 нед, или 0,000694444 сут, или 0,0166667 ч;
- 1 с – 3,17097E-08 года, или 3,80517E-07 мес, или 1,6534E-06 нед, или 1,15741E-05 сут, или 0,0002778 ч, или 0,0166667 мин.

Условно говоря, «несистемной» величиной времени является месяц, так как для него более низкий градиент (неделя) не целое число. Однако именно месяц в экономике и финансах на протяжении десятилетий стал «краеугольной» минимальной единицей, которой измеряется время.

Исследователи в физике или химии апеллируют такими единицами времени, как наносекунда, микросекунда или миллисекунда. Ведь именно в этих временных пределах проходят физико-химические реакции в нано- и микромире.

При обращении с растениями или животными, т. е. на организменном уровне, в большей степени счет идет на секунды-минуты-часы. Лишь при выполнении производственных циклограмм в земледелии (посев, уборка и др.) и животноводстве (оборот стада, движение поголовья и др.) на первое место «выходят» сутки и недели.

Простейшим способом написания функций от одной или двух переменных ($y = f(x)$; $z = f(x, y)$ или $y = f(x, z)$) на практике является превращение таблицы умножения.

Y/z											Z/y
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X/x

В MS Excel эта таблица будет размещаться в диапазоне ячеек A1:K11. Для разработки функции от одной переменной (по оси X), необходимо в программу CurveExpert скопировать значение Y (1...10) одновременно с колонкой над значением 1 по оси X и получить функцию

$$\text{Linear Fit: } y = a + bx$$

Coefficient Data:

$$a = 0$$

$$b = 1$$

Эту функцию необходимо скопировать в табличный процессор в свободное пространство таблицы. Затем, например, в ячейку B1 диапа-

зона ячеек B1:B12 вручную ввести функцию $=0+1*A1$, и протянуть ячейку до B12. Таким образом, получается работоспособная функция от одной переменной.

Аналогичным способом разрабатывается функция от одной переменной для всей шкалы по оси X , т. е. для 2 ($=0+2*A1$); 3 ($=0+3*A1$); 4 ($=0+4*A1$); ... 10 ($=0+10*A1$).

В дальнейшем коэффициенты (a , b) каждой из функций от одной переменной должны быть заменены функциями. Если для коэффициента $a = 0$ функции не будет, так как умножение на ноль дает ноль, то для коэффициента b необходимо транспонировать ось X (через специальную вставку MS Excel) и соответствующие ему значения коэффициентов из функций от одной переменной:

X	b
10	10
9	9
8	8
7	7
6	6
5	5
4	4
3	3
2	2
1	1

Затем эти данные нужно скопировать в программу CurveExpert и получить функцию, но теперь уже от значений оси X :

$$\text{Linear Fit: } y = a + bx$$

Coefficient Data:

$$a = 0$$

$$b = 1$$

Условно говоря, у нас получилось две функции: $y = a + bx$ и $x = a + by$. Нам нужно их объединить. Так как $a = 0$, то этот коэффициент мы исключаем, остается $z = by*bx$.

Далее в табличном процессоре выбирается область из шести ячеек, например M1:N3, и в ячейку M1 вручную вносится Y , в ячейку M2 – X , а в M3 – Z . При этом в ячейку N3 вручную вписывается функция $= N1*N2$.

Данный пример показывает лишь простейший механизм проектирования пользователем функций от одной и двух переменных. На практике все значительно сложнее, так как взаимосвязи между параметрами в большинстве случаев не прямолинейные, а криволинейные и даже нелинейные. Поэтому подобрать аппроксимационные функции порой достаточно сложно.

При таких затруднениях исследователь сам решает, пользоваться точными табличными данными или разработать функции, имеющие более низкий уровень воспроизводимости. В последнем варианте появляется возможность использования функции от одной или двух переменных в блок-программах для проведения имитационного моделирования в известных границах первичных данных с заведомо известным значением величины ошибок в проводимых расчетах. На наш взгляд, в любом случае замена табличных точно фиксированных данных на динамические функции в граничных пределах, которые занимают две-три ячейки MS Excel, позволяет минимизировать вероятность появления критических недочетов в расчетном алгоритме. Ведь получается очень быстро, хотя не всегда абсолютно точно.

Для представителей сельскохозяйственных наук, в частности зоотехнии и зоогигиены, знания референтных (физиологических) норм гематологических показателей животных важны лишь с точки зрения информации об их связи с продуктивностью поголовья конкретной половозрастной группы. Ведь если уровень продуктивности животных конкретной половозрастной группы в сельхозпредприятии не вызывает «нареканий» со стороны зоотехнических и ветеринарных специалистов, т. е. он почти совпадает с продуктивным действием рационов кормления, то в хозяйствах никто не берет пробы крови для проведения их анализов. Таким образом, при достаточно стабильном уровне продуктивности животных, не находящихся в условиях научно-хозяйственного эксперимента, никто не будет выяснять гематологический профиль поголовья и его соответствие физиологическим (референтным) нормам.

Широкое развитие аналитических исследований органов и тканей животных не привело к выработке морфологических, биохимических и иммунологических маркеров (гематологических показателей), позволяющих достоверно прогнозировать уровень продуктивности животных конкретного вида и половозрастной группы. Выводы о том, что увеличение белка в крови, повышение активности отдельных ферментов или параметров естественной резистентности является безуслов-

ным показателем увеличения продуктивности животных, не относится к сфере доказательной зоотехнии и зооигиены. Эти тезисы на протяжении более полувека имеются в диссертационных работах по сельскохозяйственным наукам, но никак математически не подтверждены.

Для зоотехнических работников важно обладать знаниями о взаимосвязи между десятками морфологических, биохимических, иммунологических показателей крови с уровнем продуктивности животных конкретной половозрастной группы и физиологической стадией организма. При этом особое значение имеет не то, что тот или иной гематологический параметр или их группа находится в пределах физиологической нормы, т. е. в статике (среднее арифметическое и стандартное отклонение), а как фактические численные значения крови и продуктивности взаимосвязаны в динамике. Необходимы математические зависимости, которые аппроксимационными формулами описывали бы взаимосвязь исследуемых физиологических параметров и продуктивность животных. Для разработки таких формул необходимы большие объемы первичных данных о продуктивности животных и динамике их физиологических показателей.

Представители биологической науки утверждают, что физиологические параметры животных изменяются по закону нормального распределения. Однако, как неоднократно говорилось, изменения зоотехнических и зооигиенических параметров производства животноводческой продукции в большей степени описываются криволинейными и нелинейными (стохастическими) моделями. Поэтому некорректно использовать прямолинейные зависимости для моделирования производственных процессов с целевой функцией – объем производства и минимальная его себестоимость на определенном временном отрезке (от суток до года).

В век рыночной экономики нельзя забывать о том, что отбор и проведение морфологических, биохимических, иммунологических и иных анализов образцов крови и тканей животных являются очень затратными с финансовой точки зрения. А если отсутствует реальная потребность в наличии информации о гематологическом статусе животных в товарном или племенном хозяйстве, то на оплату анализов показателей крови никто денежных средств выделять не будет.

В то же время для представителей ветеринарной науки отклонение в ту или иную сторону гематологического профиля животного указывает на наличие у него заболевания, которое приводит к изменениям нормального функционирования органов и тканей и следствием кото-

рого являются негативные тренды в физиологических и морфологических показателях. Поэтому, чтобы исключить все риски, связанные с появлением заболеваний поголовья, врачи ветеринарной медицины проводят скрининг гематологического профиля. Однако биохимические показатели крови животных никогда не связываются с уровнем продуктивности конкретного животного, от которого отобраны образцы. Дело в том, что на анализы передается биологический материал от 3–5 % поголовья, и то преимущественно имеющего клинические отклонения в развитии. Ведь целью у врачей ветеринарной медицины является не повышение продуктивности животных, за которую «отвечают» зоотехники и зоогиgienисты, а предотвращение вспышки заболеваний.

На протяжении последнего полувека в приборно-диагностическом оснащении систем исследований и анализа показателей крови живых организмов, в том числе человека и животных, отмечается бурный прогресс. Большинство исследований проводится на автоматизированных приборах, исключаящих человеческий фактор.

В то же время появилась проблема сопоставления получаемых численных значений показателей крови у современных животных с данными, отраженными в биохимических и клинических справочниках, изданных в конце прошлого – начале нынешнего столетия. Вероятно, единственным физиологическим параметром, оставшимся «условно-неизменным», является значение температуры тела животных. Значения температуры находятся в общеизвестных границах колебания в течение суток, и не важно, каким термометром ее измеряли – ртутным или электронным.

Поэтому для сельскохозяйственной науки гематологические показатели важны и нужны тогда, когда они имеют математическую взаимосвязь с продуктивностью конкретного вида животных и их половозрастной группы. Наибольшая ценность проектирования криволинейных и нелинейным зависимостей заключается в том, что исследователь определяет механизм формирования определенного уровня продуктивности в пределах так называемых физиологических норм (границ). При этом нет необходимости выходить за горизонт событий, т. е. за пределы этих референтных границ, так как можно прогнозировать, что животные уже будут клинически не здоровыми, а это уже относится к сфере деятельности врачей ветеринарной медицины.

Большинство исследователей исходит из того, что биологические и технологические процессы в животноводстве подчиняются нормальному закону распределения. Однако производственно-технологические параметры работы свиноводческого комплекса на момент реализации всего поголовья не отвечают закону нормального распределения. Примером может служить закрытие свиноводческих комплексов по причине документально зафиксированной вспышки африканской чумы свиней (АЧС). Как результат – все поголовье свиноводческого комплекса уничтожается почти одновременно. Если же имеется подозрение на АЧС, то все поголовье реализуется на убой в течение нескольких месяцев.

Если бы в основе биологии, агрономии и зоотехнии лежали прямолинейные зависимости, то для достижения необходимого уровня производственных параметров, показателей и результатов не нужно было выявлять неизвестные закономерности и новые знания при проведении научных исследований. Достаточно было бы определить коэффициенты прямолинейной корреляции между параметрами и достигнуть положительных результатов в производственных процессах и технологических решениях при минимальных затратах.

Вероятно, единственным научно-практическим аграрно-зоотехническим направлением, в котором широко используются прямолинейные корреляционные модели, является селекция, т. е. выведение новых пород животных и сортов растений. Это обусловлено тем, что селекционный процесс длится несколько лет и даже десятилетий. Поэтому криволинейные и нелинейные отклонения на небольшом временном отрезке (часы, сутки, недели) в селекционно-племенной работе не учитываются, чего не скажешь о течении физиологических, биохимических, иммунологических и иных процессов в живом организме.

Вопросы гигиены животных и экологии животноводства решаются в большинстве своем с помощью криволинейных и нелинейных моделей, так как изменения происходят по законам биохимии, теплофизики, термодинамики. Причем, например, сезонное влияние внешней среды, в том числе агрометеорологических условий, на животных и растения отмечается не напрямую, а опосредованно на почву, воздух, ограждающие конструкции и т. д.

В долгосрочной перспективе прямолинейные зависимости определяются в загрязнении почв при постоянном экологическом загрязнении или при моделировании производственно-экономических пара-

метров на уровне административной территории или региона. Прямолинейные функции зачастую используются при решении вопросов оценки экономической эффективности применяемых мероприятий в гигиене животных и экологии животноводства опять же при значительном временном факторе (несколько месяцев или сезонов года). Это позволяет не моделировать производственные процессы предприятия, а определять перспективы развития подотраслей животноводства и растениеводства.

При анализе базы данных, включающей числовые значения различных параметров, необходимо оценить ее с точки зрения наличия взаимосвязей между этими показателями, а затем определить коэффициент изменчивости по выборкам. После установления положительной или отрицательной связи параметров, а также при коэффициенте изменчивости менее 10 % можно спроектировать математические аппроксимационные закономерности в виде функций от одной или двух переменных.

Итогом работы будет компьютерная блок-программа, заменяющая базу данных на программный продукт, позволяющий моделировать значения параметров в числовых пределах, существовавших в базе данных. Чем больше баз данных будет превращено в компьютерные блок-программы, тем система моделирования технологических процессов в конкретной подотрасли животноводства быстрее трансформируется в цифровой вид.

В результате цифровизации существующих технологических решений у ученых-зоотехников и ученых-зоогигиенистов появится реальная возможность моделировать новые, а самое главное оптимальные технологии содержания, кормления и разведения животных.

О том, что вопросами создания цифровых технологий в животноводстве должны заниматься зоотехники, стало понятным после того, как были созданы более четверти века назад в стенах Белорусского НИИ животноводства программные продукты по разработке оптимальных рационов кормления животных, зоогигиенически комфортных условий содержания поголовья, видосоответствующих технологий, снижающих экологическую нагрузку на окружающую среду и др. Однако это не помешало в течение всего этого времени инженерам, экономистам, проектантам, экологам и другим специалистам вновь и вновь «изобретать велосипеды» для подотраслей животноводства.

Точность воспроизведения первичных значений означает, что полученные результаты отличаются от исходных данных на погрешность метода (прибора) измерения, как говорится, в пределах статистической погрешности – не более 2 %. На взгляд авторов пособия, для технологических параметров в подотраслях животноводства можно считать приемлемым вариантом, если погрешность составит 5 %, т. е. $\pm 2,5$ %. Если же ошибка будет большей по результирующему показателю (например, определенный бизнес-планом ежегодный объем производства свинины), то с учетом дисконтирования можно не только не окупить затраченные средства, но и обанкротить предприятие.

Безусловно, при аппроксимации морфологических показателей животных (гематология, биохимия, уровень резистентности), а также уровня продуктивности (молочность, многоплодие, среднесуточный прирост) приемлемой можно считать ошибку ± 7 %, т. е. колебания входят в пределы 14 %: от -7 % до $+7$ %. Хотя необходимо снижать величину ошибки, например, путем разработки не одной формулы, а нескольких, связывая их в ячейке MS Excel с помощью функции ЕСЛИ.

Во всех работах по вариационной статистике, т. е. когда производится статистическая обработка результатов измерений, в качестве степеней свободы при расчете уровня достоверности (*td*, *P*) различий между опытными и контрольными группами исследователи берут число животных (*n*), участвовавших в эксперименте.

В то же время в странах дальнего зарубежья в качестве степеней свободы берется количество исследуемых параметров (технологических, теплофизических, гематологических, биохимических и др.) для установления взаимосвязей и выявления закономерностей, в том числе комплексных. В частности, при проведении экспериментов первичные данные по каждой подопытной группе формируются по конкретным параметрам, относящимся к различным факторам: биологические, теплофизические, зоотехнические, зооигиенические, экологические, экономические и др. При этом важны не статистическая достоверность различий в показателях подопытных групп, а тренды закономерностей формирования конкретных численных значений одних параметров при изменении других. Главным подтверждением корректности спроектированной математической формулы является минимальность отклонения между аппроксимирующими значениями и первичными данными, полученными в эксперименте, причем в известных граничных условиях, т. е. от минимальной до максимальной величины выборки.

Ученые в сельскохозяйственной отрасли науки утверждают, что если анализируется много различных показателей, то необходимо использовать многофакторный статистический анализ. Однако они забывают о том, что основой применяемого в настоящее время многофакторного анализа является подбор прямолинейной функции взаимосвязи этих параметров. Хотя в сельском хозяйстве, как неоднократно указывалось, закономерности носят криволинейный и нелинейный характер. Например, прямолинейные аппроксимации, корректно воспроизводящие первичные данные, встречаются лишь в 5 % случаев при математическом описании морфологических, биохимических, иммунологических и других параметров крови здоровых товарных свиней.

Основными физическими величинами в животноводстве являются масса, время, длина, энергия. Именно количественный учет этих показателей позволяет получить производственные величины, характеризующие технологический процесс: среднесуточная продуктивность, валовой прирост, зоогигиенические и теплотехнические параметры и др.

В связи с тем что животноводческие объекты в настоящее время возводятся исключительно на основе архитектурно-строительного проекта и бизнес-плана, контрольные производственные группы животных могут содержаться в параллельных производственных потоках (секторах, цехах и др.).

Если достоверность опубликованных результатов исследований вызывает сомнения, необходимо проводить повторные эксперименты, причем на базе независимых организаций – по техническому заданию тех исследователей, которые утверждают о получении положительно эффекта, и фиксировать результаты.

Учитывая первичные данные работы свиноводческих предприятий, можно прийти к выводу, что для проведения научно-производственных исследований они имеют очень низкий зоотехнический фон. Следовательно, нужно быть более внимательными к экспериментально полученным результатам на таких комплексах и фермах, а тем более быть осторожными с утверждением о каких-либо выявленных зависимостях и закономерностях, даже если данные были подвергнуты статистическому анализу методом описательной статистики.

Описательная статистика включает следующие параметры: n – количество особей в группе; M – среднее арифметическое значение параметра; m – ошибка среднего арифметического значения параметра

($m = \sigma/n^{1/2}$); σ – среднее квадратическое (стандартное) отклонение параметра ($\sigma^2 = V$ -дисперсия); Cv – коэффициент вариации (изменчивости) параметра ($Cv = (\sigma/M) \cdot 100\%$). Закон нормального распределения предполагает, что диапазон $M \pm \sigma$ содержит 68,27 % всех случаев; $M \pm 2\sigma$ – 95,45 %; $M \pm 3\sigma$ – 99,73 %.

При оценке продуктивности животных в научно-хозяйственных опытах используются данные по всему поголовью (примерно 100 %) за вычетом тех значений, которые являются статистическими выбросами, т. е. значительно отличаются от средних по выборке в большую или меньшую сторону. При этом статистический анализ производственных показателей, особенно с учетом временной шкалы (суток, месяцев), может иметь высокий коэффициент вариации, т. е. более 10 %.

Сельскохозяйственная наука, ссылаясь на требования биологической науки, которая в свою очередь базируется на модели Гаусса (модель нормального распределения), рекомендует использовать диапазон данных входящих в три сигмы. Если для производственных параметров это более-менее приемлемо, то для оценки показателей гематологического профиля свиней, которые имеют очень высокие коэффициенты вариации, попросту некорректно. Проблема заключается в том, что количество образцов крови берется у очень небольшого количества животных из выборки.

Для зоотехнии и зооигиены точность первичных данных – это количество знаков после запятой, но при этом важным является то, какое значение в целой части числа. С точки зрения зоотехнии и зооигиены число целесообразно представлять тремя цифрами, и не имеет значения, где находится запятая, например, 0,321; 3,21; 32,1; 321. Дело в том, что если изменяется последняя цифра из трех, то ошибка составляет менее 5 %. Например, отличие цифр 320,9 и 329,9 в менее статистической погрешности. Ошибку средней величины обычно указывают двумя цифрами, например: $321 \pm 3,2$ или $0,321 \pm 0,032$. Это дает возможность реалистичнее воспринимать представленный цифровой материал, так как средняя и ее ошибка отличаются менее чем на 1 %.

При отсутствии первичных данных необходимо их восстановить по численным значениям, отраженным в научных публикациях, при условии, что они получены при использовании методов описательной статистики. Авторами пособия разработана программа, позволяющая воспроизвести (восстановить) первичные данные по той информации, которая представляется в научных публикациях. Достоверность восста-

новленных данных повышается по мере увеличения количества статистических параметров, известных по конкретной статистической выборке: количество образцов; среднеарифметическая; ошибка среднеарифметической; среднеквадратическое отклонение; коэффициент вариации; корреляция.

Важнейшими параметрами для восстановления данных является информация о направлении корреляции между параметрами (положительная или отрицательная; прямая или обратная), а также коэффициент вариации по статистической выборке.

Восстановленные таким методом данные называются условно-первичными.

При использовании описательной статистики при анализе первичных данных (или восстановленных условно-первичных данных) важно знать не только среднеарифметические значения и их ошибку, но и среднеквадратическое отклонение, т. е. сигму. Именно численные значения среднеквадратического отклонения позволяют установить граничные значения параметров, которые подпадают под закон трех сигм ($\pm\sigma$, $\pm 2\sigma$, $\pm 3\sigma$). В любом случае ученый-зоотехник рассматривает технологию производства животноводческой продукции исходя из теории границ, т. е. отношения технологического процесса в пространстве и времени.

Экономисты при описании алгоритмов и программ расчета пользуются специальными буквенными обозначениями (i , j и др.) конкретных факторов, указывая формальные взаимосвязи в технологическом или ином процессе, например, i -корм – вид корма, j -животные – половозрастная группа животных и т. д.

Авторами пособия разработаны компьютерные блок-программы для моделирования всех без исключения составляющих зоотехнической и зоогигиенической эффективности функционирующего животноводческого объекта.

Граничные условия параметров для разработки математических функций ($y = f(x)$) включают в себя все значения без всяких исключений, т. е. и максимальные, и минимальные (например, значение по выборке такого параметра, как многоплодие свиноматок, составляет 5–14 гол/опорос; среднесуточный прирост за период откорма – 420–980 г. и т. д.).

Компьютерная матрица использования информационно-зоогигиенической модели представляет собой блок-программу, реализованную в листе электронной таблицы Excel в диапазоне ячеек,

например, A1:J20 (таблица). Исходные параметры – $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, расчетные – $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$.

Блок-программа компьютерной матрицы

	A	B	C	D	...
1		X1	X2	X3	
2	Исходные (фактические) значения	221	9	88	
3	X1. Прирост (200–700), г	=B2	y_1 =f(x2)	y_1 =f(x3)	
4	X2. Многоплодие (5–15), гол/опорос	y_2 =f(x1)	=C2	$y_2(x3)$	
5	X3. Сохранность (72–98), %	y_3 =f(x1)	y_3 =f(x2)	=D2	
...					
20	X20. Производство свинины на среднегодовую голову (95–280), кг	y_{20} =f(x1)	y_{20} =f(x2)	y_{20} =f(x3)	

Продолжение таблицы

	A	J	K	L
1		X20		
2	Исходные (фактические) значения	132	n	M
3	X1. Прирост (200–700), г	y_1 =f(x20)	y_1 (B3:J3)	y_1 (B3:J3)
4	X2. Многоплодие (5–15), гол/опорос	y_2 =f(x20)	y_2 (B4:J4)	y_2 (B4:J4)
5	X3. Сохранность (72–98), %	y_3 =f(x20)	y_3 (B5:J5)	y_3 (B5:J5)
...				
20	X20. Производство свинины на среднегодовую голову (95–280), кг	=J2	y_{20} (B20:J20)	y_{20} (B20:J20)

	А	М	Н	О
1	Зоометрия			
2	Исходные (фактические) значения	m	σ	C_v
3	X1. Прирост (200–700), г	y_1 (B3:J3)	y_1 (B3:J3)	y_1 (B3:J3)
4	X2. Многоплодие (5–15), гол/опорос	y_2 (B4:J4)	y_2 (B4:J4)	y_2 (B4:J4)
5	X3. Сохранность (72–98), %	y_3 (B5:J5)	y_3 (B5:J5)	y_3 (B5:J5)
...				
20	X20. Производство свинины на среднестатистическую голову (95–280), кг	y_{20} (B20:J20)	y_{20} (B20:J20)	y_{20} (B20:J20)

Исходные данные вводятся вручную и являются первичными. Затем они участвуют в расчете по спроектированным математическим формулам в ячейках диапазона B3:J20 для таблицы. В ячейках диапазона K3:O20 происходит автоматический расчет статистических показателей по строкам параметров X1...X20.

Использование компьютерной матрицы позволяет по изменениям исходных данных определить корректность подобранных аппроксимационных математических функций для описания установленных закономерностей.

Подтверждением обоснованности спроектированных математических формул являются минимальная ошибка средних значений, а также величины коэффициента изменчивости.

Для выявления ранее неизвестных (неустановленных, невыявленных) закономерностей в сельскохозяйственных отраслях науки (зоотехния, агрономия) необходимо в научно-исследовательских центрах создать базы данных с первичными биолого-технологическими параметрами по объектам исследований. Важно, чтобы данные хранились обезличено, т. е. без описания методики технологического воздействия на контрольные и опытные группы. При этом в матрицах первичных

данных о животных должны быть указаны численные значения по живой массе, возрасту, различным характеристикам биологических образцов, взятых от них (пробы крови, мяса, сала и т. д., физиологические измерения и т. д.); данные об образцах кормов; о производственных параметрах работы цехов, секций, животноводческих объектов в целом.

В матрицах данных должны быть описаны некоторые особенности, например, породная принадлежность (импортные или аборигенные животные), сезон года и пр.

По общему правилу, постановка различных экспериментов, проведение лабораторных исследований требуют времени и, самое главное, значительных финансово-материальных затрат, которые несет государство, финансируя различные научно-технические программы и проекты. Поэтому все работники научного учреждения, вне зависимости от их вклада в проводимые эксперименты, должны иметь право пользоваться матрицами первичных данных для проведения независимого их анализа на предмет наличия или отсутствия тех или иных закономерностей.

Такая открытость процедуры доступа к первичным данным позволяет отказаться от их искусственного воспроизведения через разработанные авторами пособия программные продукты. Дело в том, что искусственное воспроизведение первичных данных не позволяет с уверенностью заявить о направлении корреляционных парных связей сравниваемых параметров, т. е. при осуществлении математического описания выявленной закономерности нужно иметь в виду, что она может быть ошибочной именно по причине искусственного воспроизведения первичных данных, а не при непосредственном их анализе по матрицам из базы данных.

Зооигиеническая модель Solyanik (Animals Hygiene Model Solyanik (АНМ Solyanik)) представляет собой информационно-зоотехническую вычислительную систему, включающую компьютерные блок-программы, использование которых в компьютерно-математических алгоритмах, описывающих основные тренды свиноводческих предприятий, позволяет осуществлять прямое и обратное имитационное моделирование биологических, зоотехнических, технологических, экологических и финансово-экономических процессов их функционирования.

Новизна использования модели Solyanik заключается в математическом описании закономерностей, выявленных в иных границах диапазона значений того или иного зооигиенического, биологического, технологического и другого параметра, увеличении числа повторностей, числа образцов и т. д. При этом важно указать эти отличительные характеристики (границы значений), полученные исследователем и применяемые в АНМ Solyanik.

Компьютерные блок-программы, входящие в Animals Hygiene Model Solyanik, предназначены для имитационного моделирования:

- технологического оборота стада и движения поголовья свиноводческого комплекса (позволяет установить критические контрольные точки производственного процесса и минимизировать технологические риски, влияющие на финансово-экономическую эффективность работы предприятия);

- продуктивности свиноматок и поросят-сосунов в зависимости от месяца их рождения (позволяет моделировать производственную ситуацию на 6–8 месяцев вперед и тем самым снижает факторы непредсказуемости в обороте стада, количестве получаемых поросят за технологический ритм и др.);

- кормовых рационов для всех половозрастных групп животных в зависимости от изменения питательной ценности ингредиентов фуражного зерна; норм питания свиней в зависимости от продуктивности в определенные технологические периоды (позволяет снизить затраты на корма за счет оптимизации по минимальной стоимости рационов кормления конкретных групп свиней);

- зооигиенических условий содержания свиней с учетом теплофизических характеристик ограждающих конструкций, динамики изменения параметров микроклимата в помещении и с учетом требований норм технологического проектирования (позволяет определить продуктивность молодняка свиней в зависимости от изменения показателей микроклимата помещений, в которых они содержатся);

- численных значений физиологических показателей свиней в зависимости от динамики изменения показателей микроклимата в помещении (позволяет определить критические периоды для организма свиней по суточным трендам параметров микроклимата);

- численных значений морфологических, биохимических, иммунологических показателей крови свиней и параметров естественной резистентности в зависимости от половозрастной группы поголовья,

уровня продуктивности животных (позволяет, не проводя отбора проб крови и не выполняя дорогостоящих гематологических анализов, выявлять численные значения продуктивности животных и по продуктивности свиней устанавливать гематологический профиль);

- качества свинины, получаемой от животных отечественных и импортных пород, а также показателей среднесуточного прироста в период откорма (позволяет проследить изменения показателей свинины, в том числе аминокислотного состава, качества сала, технологических свойств и др.);

- экологических последствий использования навозных стоков свинок комплекса для конкретной административно-хозяйственной территории (позволяет снизить риски возникновения аварийных ситуаций, связанных с залповым сбором навозных стоков, предоставляет возможность использовать навозные стоки после их переработки в качестве органических удобрений, способствующих повышению плодородия почв).

С использованием Animals Hygiene Model Solyanik обоснована и предложена видосоответствующая саморазвивающаяся технология производства товарной свинины, позволяющая снизить уровень заболеваемости поголовья, повысить его сохранность и на имеющихся производственных площадях увеличить объем производства свинины на 15–25 %.

Представленные в пособии подходы предназначены для решения проблем товарного свиноводства, а после дополнительных исследований – скотоводства и птицеводства. В целом они позволяют выработать оптимальный алгоритм работы с основными отраслями животноводства Республики Беларусь.

Общая характеристика компьютерных программ:

A – общее количество строк в компьютерной программе;

B – количество исходных величин (вводятся в программу вручную пользователем);

C – количество пользовательских функций;

D – количество выходных параметров (окончательных результатов расчета).

Ячейки пункта A, содержащие исходные величины, могут стать изменяемыми ячейками, если программу использовать в MS Excel «Поиск решений». В этом случае ячейки пункта D будут являться це-

левыми, а по пунктам А...С можно указать необходимые ограничения по величине значений.

Блок-программы разработаны для конкретных процессов при производстве свинины в товарном свиноводстве. Перечень этих программ можно структурировать по следующим научным направлениям: зоотехния, зоогигиена, зооэкология, зооинформатика, экономика, правоведение, а также по подразделам в каждом из научных направлений.

Выходные параметры одних блок-программ могут служить исходными величинами для других, и наоборот. По сути, все блок-программы можно соединять по принципу LEGO.

В тех задачах, в которых было это уместно, разрабатывались пользовательские функции прямой и обратной взаимосвязи параметров, например, взаимосвязь продуктивности и показателей гематологического профиля свиней. Наличие таких функций дает возможность избежать ошибок при моделировании процессов в целом, т. е. использовать математическое доказательство «от противного». Ведь в получаемых результатах должен быть не столько математический смысл, сколько зоотехнический, зоогигиенический, объясняющий правильность проведенных расчетов. Если знаешь, как нанести максимальный вред производственному процессу, то будешь знать, как его избежать и получить наилучший результат.

*«Доказательство «от противного» (лат. *contradictio in contrarium*) в математике – один из самых часто используемых методов доказательства утверждений. Доказательство от противного – вид доказательства, при котором «доказывание» некоторого суждения (тезиса доказательства) осуществляется через опровержение отрицания этого суждения – антитезиса. Этот способ доказательства основывается на истинности закона двойного отрицания в классической логике.*

Доказательство утверждения А проводится следующим образом. Сначала принимают предположение, что утверждение А неверно, а затем доказывают, что при таком предположении было бы верно некоторое утверждение В, которое заведомо неверно.

*Импликация (от лат. *implicatio* – «связь») – бинарная логическая связка, по своему применению приближенная к союзам «если..., то...». Импликация записывается как посылка \Rightarrow следствие; применяются также стрелки другой формы и направленные в другую сторону, но*

всегда указывающие на следствие. Суждение, выражаемое импликацией, выражается также следующими способами:

- посылка является условием, достаточным для выполнения следствия;

- следствие является условием, необходимым для истинности посылки.

Импликация играет очень важную роль в умозаключениях. С ее помощью формулируются определения различных понятий, теоремы, научные законы. При учете смыслового содержания высказываний импликация подразумевает причинную связь между посылкой и заключением.

Для разработки зоогигиенической модели Solyanik был проанализирован огромный объем информации. По подавляющему большинству программных продуктов, опробованных на фактических результатах работы животноводческих объектов, опубликованы статьи в научных изданиях Беларуси, России, Украины, Казахстана, Молдовы, Грузии и др.

Главной задачей авторов пособия было проектирование блок-программ, позволяющих произвести расчеты в известных граничных условиях первичных производственных данных. С учетом того, что блок-программы решают разнонаправленные вопросы, их еще предстоит «обкатать» для моделирования комплексных решений при производстве свинины в товарном свиноводстве.

Впервые предложены конкретные направления областей исследований по зоотехнии и зоогигиене, в которых задачи целесообразно решать методами зооинформатики.

Далее указаны конкретные источники научной информации, в которых представлены практические решения вопросов обоснования методологии выявления скрытых закономерностей в первичных данных функционирования животноводческих объектов. Указываются наиболее интересные, с точки зрения авторов пособия, таблицы, компьютерные блок-программы или отдельные тезисы, а также страницы, на которых размещена данная информация.

Публикации, в которых представлены практические решения вопросов обоснования методологии выявления скрытых закономерностей в первичных данных функционирования животноводческих объектов. Практический минимум.

Соляник, А. В. Зоогиенические и технологические особенности функционирования свиноводства : монография / А. В. Соляник, В. В. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2010. – 220 с.

С. 117–120.

3.3. Программно-математическое описание эмпирических данных.

Таблица 3.1. Выделение общей теплоты хряками-производителями в зависимости от живой массы при температуре окружающей среды 15 °С, Вт.

С. 118.

Блок-программа 3.1. Расчет функции от одной переменной

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	A1:B5	5

Таблица 3.2. Выделение общей теплоты хряками-производителями в зависимости от живой массы и температуры окружающей среды, Вт

С. 119.

Блок-программа 3.2. Расчет функции от двух переменных

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B11	11	A1:B10	10

Соляник, А. В. Зоотехническая статистика в электронных таблицах : монография / А. В. Соляник, В. В. Соляник, В. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2012. – 433 с.

С. 96.

Таблица 3.1. Блок-программа расчета толщины шипика у группы откормочных свиней белорусской черно-пестрой породы

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B17	17	B1:B10	10

С. 108.

Таблица 3.2. Блок-программа расчета минимальных величин коэффициентов корреляции

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 122.

Таблица 3.4. Блок-программа биометрического расчета А

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C109	109	B1:C109	212

С. 123.

Таблица 3.5. Блок-программа биометрического расчета В.

Таблица 3.6. Блок-программа биометрического расчета С.

С. 124.

Таблица 3.7. Блок-программа биометрического расчета D.

С. 125.

Таблица 3.8. Блок-программа биометрического экспресс-расчета

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B20	14	B1:B7	7

С. 152.

Таблица 4.1. Блок-программа расчета среднеквадратического отклонения асимметрии и эксцесса

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B1	1

С. 153.

Таблица 4.2. Блок-программа определения критерия Стьюдента

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 155.

Таблица 4.3. Блок-программа экспресс-проверки достоверности различий двух наблюдений (по средней и ее ошибке)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B13	13	B1:B7	7

С. 156.

Таблица 4.4. Блок-программа расчета критерия Чеснокова

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	B1:B3	3

С. 159.

Таблица 4.7. Блок-программа расчета значения χ^2 -распределения

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 160.

Таблица 4.8. Блок-программа расчета уровня значимости P по стандартному значению χ^2 -распределения

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 161.

Таблица 4.10. Блок-программа расчета критерия χ^2 по четырехпольной таблице (первый вариант)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:D3	3	B1:D2	4

Таблица 4.11. Блок-программа расчета критерия χ^2 по четырехпольной таблице (второй вариант, поправка Йейтса)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:D3	3	B1:D2	4

С. 167.

Таблица 4.17. Блок-программа расчета χ^2

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C9	9	B1:C9	8

С. 169.

Таблица 4.19. Блок-программа расчета нормального распределения Φ

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B2	2	B1:B1	1

С. 170.

Таблица 4.21. Блок-программа расчета значений вероятности $P(\lambda)$ для оценки меры расхождения по критерию Колмогорова

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B2	2	B1:B1	1

С. 177.

Таблица 4.22. Блок-программа вычисления парного критерия Уилкоксона

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C19	19	B1:B1	1

С. 180.

Таблица 4.23. Блок-программа вычисления коэффициентов корреляции рангов Спирмена и Кендалла

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C22	22	B1:B5	10

С. 181.

Таблица 4.25. Блок-программа расчета критического значения коэффициентов корреляции рангов Спирмена

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 182.

Таблица 4.26. Блок-программа расчета коэффициента Кендалла K

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C22	22	B1:C6	12

С. 185.

Таблица 4.28. Блок-программа расчета оценки корреляционных характеристик генеральной совокупности

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	3	B1:B3	3

С. 186.

Таблица 4.29. Блок-программа вычисления критерия Уайта

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:D17	17	B1:D14	28

С. 187.

Таблица 4.30. Блок-программа вычисления критерия Колмогорова – Смирнова (общие суммы частот первого и второго рядов равны)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:D8	8	B1:D6	18

Таблица 4.31. Блок-программа вычисления критерия Колмогорова – Смирнова (общие суммы частот первого и второго рядов не равны)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:D6	6	B1:D3	9

С. 188.

Таблица 4.33. Блок-программа расчета значений вероятности $P(\lambda)$ для оценки меры расхождения по критерию Колмогорова

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B2	2	B1:B1	1

С. 199.

Таблица 4.35. Блок-программа расчета показателя V при различном числе наблюдений

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

Таблица 4.36. Блок-программа расчета определения «выскакивающей» величины

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B11	11	B1:B5	5

С. 201.

Таблица 4.38. Блок-программа анализа появления грубых ошибок

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B20	20	B1:B8	7

С. 203.

Таблица 4.40. Блок-программа определения коэффициента для вычисления предельно допустимой ошибки измерения

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 206.

Таблица 4.44. Блок-программа определения критериев для исключения выскакивающих значений

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	B1:B2	2

С. 218.

Таблица 4.46. Блок-программа определения вероятности P по показателю Z

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B2	2	B1:B1	1

Таблица 4.47. Блок-программа статистического анализа данных и расчета вероятности P по показателю Z

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	B1:B2	4

С. 222.

Таблица 4.49. Блок-программа расчета интегральной функции Лапласа

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B2	2	B1:B1	1

С. 223.

Таблица 4.50. Блок-программа расчета уровня значимости

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B2	2	B1:B1	1

С. 226.

Таблица 4.52. Блок-программа расчета функции распределения Колмогорова $K(\lambda) = P(\Lambda < \lambda)$

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B2	2	B1:B1	1

С. 227.

Таблица 4.53. Блок-программа статистической обработки данных о взвешивании гнезд поросят при отъеме от свиноматок

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:D30	30	A2:A19	18

С. 230.

Таблица 4.55. Блок-программа расчета минимального количества измерений

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B4	4	B1:B3	3

С. 232.

Таблица 4.57. Блок-программа расчета критерия Кохрена

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 239.

Таблица 4.61. Блок-программа дисперсионного анализа данных группировки коров по уровню кормления

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:F23	23	B1:G7	12

С. 245.

Таблица 4.63. Блок-программа дисперсионного анализа

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:F22	22	B1:G9	12

С. 252–257.

Таблица 4.66. Блок-программа дисперсионного анализа

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:D86	88	B1:G9	12

С. 291.

Таблица 4.70. Блок-программа расчета значения коэффициента корреляции при различных уровнях значимости P и разном числе степеней свободы K

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 292.

Таблица 4.71. Блок-программа расчета коэффициента корреляции, стандартной ошибки и показателя достоверности

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C15	15	B1:C6	12

Таблица 4.72. Блок-программа определения критерия достоверности коэффициента корреляции с помощью метода «зет» Фишера

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B4	4	B1:B2	2

С. 293.

Таблица 4.73. Блок-программа оценки разности между коэффициентами корреляции

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B5	5	B1:B4	4

С. 294.

Таблица 4.74. Блок-программа вычисления коэффициентов множественной корреляции

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	5	B1:B3	3

С. 295.

Таблица 4.75. Блок-программа вычисления коэффициентов множественной корреляции, критерия оценки их достоверности t и совокупного коэффициента корреляции $r_{хуз}$

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B11	11	B1:B4	4

С. 296.

Таблица 4.76. Блок-программа вычисления коэффициента корреляции между качественными признаками (расчет тетракорического показателя связи)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B10	11	B2:B6	4

С. 300.

Таблица 4.77. Блок-программа вычисления показателей линейной регрессии

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C10	10	B2:C5	8

Таблица 4.78. Блок-программа вычисления параметров линейной регрессии x по y и y по x

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C14	14	B2:C4	6

С. 301.

Таблица 4.79. Блок-программа вычисления коэффициентов линейной регрессии и ее доверительной зоны

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C9	9	B2:C4	6

С. 302.

Таблица 4.80. Блок-программа вычисления показателей гиперболической регрессии

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C9	9	B2:C4	6

С. 317.

Таблица 4.83. Блок-программа расчета коэффициента автокорреляции

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B5	5	B1:B1	1

С. 408.

Приложение 6.

Таблица 1. Возраст наступления первого плодотворного осеменения (покрытия) свинки и срок наступления плодотворного осеменения (покрытия) свиноматки после опороса (включая подсосный и холостой периоды), дн.

С. 409.

Таблица 2. Продолжительность супоросности, дн.

С. 410.

Таблица 3. Количество родившихся поросят, всего, гол.

С. 412.

Таблица 4. Количество родившихся живых поросят, гол.

С. 413.

Таблица 5. Масса гнезда при рождении, кг.

С. 414.

Таблица 6. Количество поросят на 21-й день после рождения, гол.

С. 416.

Таблица 7. Масса гнезда в 21 день, кг.

С. 417.

Таблица 8. Количество поросят при отъеме, гол.

С. 418.

Таблица 9. Масса гнезда при отъеме, кг.

Соляник, А. В. Общетеоретические основы использования численных методов в принятии управленческих решений в свиноводстве / А. В. Соляник, В. В. Соляник, А. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2013. – 412 с.

С. 199.

Таблица 2.2. Блок-программа интерполяционного расчета (от одной переменной)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B5	5	B1:B1	1

С. 200.

Таблица 2.4. Блок-программа интерполяционного расчета (от двух переменных)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	B1:B5	5

С. 230.

Таблица 3.1. Блок-программа расчета количества тепла, отдаваемого конвективным теплообменом животными и с учетом движения воздуха

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:E21	21	E1:E5	5

С. 236.

Таблица 3.2. Блок-программа расчета поглощающей способности многоатомных газов и водяного пара

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A29:E77	48	E1:E5	5

С. 243.

Таблица 3.3. Блок-программа для параметров времени

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C2	2	C1:C2	2

С. 244.

Таблица 3.4. Блок-программа моделирования параметров воздуха

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C18	18	C1:C4	4

С. 245.

Таблица 3.5. Блок-программа моделирования параметров воздуха вне помещений

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A19:C34	15	C19:C21	4

С. 246.

Таблица 3.6. Блок-программа моделирования параметров воздуха в помещении

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A35:C50	15	C35:C39	4

С. 247.

Таблица 3.7. Блок-программа с пояснительной информацией

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A51:C55	6		

С. 248.

Таблица 3.8. Блок-программа нормативов и дополнительных величин

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A56:C59	4	C56:C59	4

Таблица 3.9. Блок-программа описания параметров помещения (характеристика вытяжных труб)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A60:C62	4	C60:C62	4

Таблица 3.10. Блок-программа описания характеристик животных

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A63:C65	3	C63:C65	3

С. 252.

Таблица 3.11. Блок-программа расчета вентиляции

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A66:C115	3		

С. 260.

Таблица 3.12. Блок-программа теплотехнического расчета

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A116:C390	274	C116:C230	14

С. 274.

Таблица 3.13. Блок-программа расчета приведенных затрат (этот блок связан с общим теплотехническим расчетом)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A165:C212	47	C165:C212	32

С. 277.

Таблица 3.14. Блок-программа расчета продуктивности растущих свиней в зависимости от температуры окружающей среды, живой массы и количества скормленного комбикорма

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C43	43	C1:C3	3

С. 278.

Таблица 3.15. Блок-программа расчета влияния температуры окружающей среды и уровня кормления на обмен энергии у свиноматок

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A47:C64	17	C47:C48	2

С. 315.

Приложение 3.

Таблица 1. Блок-программа расчета потребности свиней основного стада в сухом веществе корма, кг/гол/сут

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A2:C44	42	C2:C8	8

С. 316.

Потребность в сухом веществе корма молодняка свиней.

Потребность в сухом веществе молодняка свиней (от 6 до 120 кг) при среднесуточном приросте на откорме от 0,55 до 0,8 кг/сут.

С. 317.

Расчет фактического среднесуточного прироста молодняка свиней при конкретной живой массе (от 6 до 120 кг) в зависимости от планируемого среднесуточного прироста в целом за период откорма (от 0,55 до 0,8 кг/сут).

Потребность в сухом веществе ремонтных хрячков и расчет физиологически обоснованного среднесуточного прироста в зависимости от живой массы (6–120 кг).

Потребность в сухом веществе ремонтных свинок и расчет физиологически обоснованного среднесуточного прироста в зависимости от живой массы (6–120 кг).

С. 318.

Приложение 4.

Таблица 1. Блок-программа расчета норм кормления для выращивания ремонтных свинок (от 6 до 150 кг).

С. 319.

Таблица 2. Блок-программа расчета норм кормления для выращивания и откорма молодняка свиней (от 6 до 150 кг, со среднесуточный приростом на откорме от 0,55 до 0,8 кг).

С. 325.

Приложение 5.

Таблица 1. Блок-программа определения количественных характеристик морфологических и биохимических показателей крови молодых свиноматок, а также их параметры естественной резистентности в период супоросности.

С. 326.

Таблица 2. Блок-программа определения количественных характеристик морфологических и биохимических показателей крови молодых свиноматок, а также их параметры естественной резистентности в период лактации.

С. 328.

Приложение 6.

Блок-программы определения параметров продуктивности свиноматок в зависимости от месяца рождения и количества опоросов за период технологического использования.

Таблица 1. Блок-программа определения параметров продуктивности свиноматки, если от нее получен один опорос в период технологического использования.

С. 329.

Таблица 2. Блок-программа определения параметров продуктивности свиноматки, если от нее получено два опороса в период технологического использования.

С. 330.

Таблица 3. Блок-программа определения параметров продуктивности свиноматки, если от нее получено три опороса в период технологического использования.

С. 331.

Таблица 4. Блок-программа определения параметров продуктивности свиноматки, если от нее получено четыре опороса в период технологического использования.

С. 334.

Таблица 5. Блок-программа определения параметров продуктивности свиноматки, если от нее получено пять опоросов в период технологического использования

С. 337.

Таблица 6. Блок-программа определения параметров продуктивности свиноматки, если от нее получено шесть опоросов в период технологического использования.

С. 341.

Таблица 7. Блок-программа определения параметров продуктивности свиноматки, если от нее получено семь опоросов в период технологического использования.

С. 345.

Таблица 8. Блок-программа определения параметров продуктивности свиноматки, если от нее получено восемь опоросов в период технологического использования.

С. 350.

Таблица 9. Блок-программа определения параметров продуктивности свиноматки, если от нее получено девять опоросов в период технологического использования.

С. 356.

Таблица 10. Блок-программа определения параметров продуктивности свиноматки, если от нее получено десять опоросов в период технологического использования.

С. 363.

Приложение 7.

Тепло-, влаго-, газовыделения свиной различных половозрастных групп.

Половозрастная группа: Хряки-производители.

Теплота общая, Вт.

Теплота свободная, Вт.

Водяные пары, г/ч.

Углекислый газ, л/ч.

С. 364.

Половозрастная группа: Матки холостые и супоросные.

Теплота общая, Вт.

Теплота свободная, Вт.

Водяные пары, г/ч.

Углекислый газ, л/ч.

С. 365.

Половозрастная группа: Матки тяжелосупоросные.

Теплота общая, Вт.

Теплота свободная, Вт.

Водяные пары, г/ч.

Углекислый газ, л/ч.

С. 367.

Половозрастная группа: Матки подсосные с поросятами.

Теплота общая, Вт.

Теплота свободная, Вт.

Водяные пары, г/ч.

Углекислый газ, л/ч.

С. 368.

Половозрастная группа: Выбракованные свиньи на откорме.

Теплота общая, Вт.

Теплота свободная, Вт.

Водяные пары, г/ч.

Углекислый газ, л/ч.

С. 369.

Свиньи молодняк живой массой 1–7 кг, температура окружающей среды – от –5 до +30 °С.

Свиньи молодняк живой массой 7–120 кг, температура окружающей среды – от –5 до +30 °С.

ТЕПЛОТА ОБЩАЯ, Вт.

Свиньи молодняк живой массой 1–7 кг, температура окружающей среды – от –5 до +30 °С.

Свиньи молодняк живой массой 7–120 кг, температура окружающей среды – от –5 до +30 °С.

ТЕПЛОТА СВОБОДНАЯ, Вт.

Свиньи молодняк живой массой 1–7 кг, температура окружающей среды – от –5 до +30 °С.

Свиньи молодняк живой массой 7–120 кг, температура окружающей среды – от –5 до +30 °С.

ВОДЯНЫЕ ПАРЫ, г/ч.

Свиньи молодняк живой массой 1–7 кг, температура окружающей среды – от –5 до +30 °С.

Свиньи молодняк живой массой 7–120 кг, температура окружающей среды – от –5 до +30 °С.

УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ, л/ч.

Свиньи молодняк живой массой 1–7 кг, температура окружающей среды – от –5 до +30 °С.

Теплота общая, Вт.

Теплота свободная, Вт.

Водяные пары, г/ч.

Углекислый газ, л/ч.

С. 374.

Приложение 8.

Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C88	88	H2:H88	87

Класс материала

Подкласс материала

Наименование материала

В сухом состоянии плотность (объемный вес), кг/м³

MIN	MAX	ФАКТ
-----	-----	------

С. 377.

Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С).

С. 379.

Коэффициент теплопроводности Вт/(м · °С).

С. 381.

Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С).

С. 383.

Коэффициент теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м² · °С).

С. 386.

Коэффициент теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м² · °С).

С. 388.

Коэффициент паропроницаемости, мг/(м · ч · Па).

С. 390.

Таблица 1. Блок-программа расчета термического сопротивления замкнутой воздушной прослойки, м² · °С/Вт

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C18	18	C1:C5	5

С. 395.

Таблица 11. Блок-программа расчета коэффициента теплопроводности внутренней поверхности ограждающей конструкции (стен и покрытий), Вт/(м² · °С)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A31:B38	9	B31:B33	3

С. 396.

Таблица 12. Блок-программа расчета коэффициента теплоотдачи конвекцией, Вт/(м² · °С)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A43:B44	2	B43	1

Таблица 13. Блок-программа расчета максимальной упругости водяного пара (Е), в зависимости от температуры (-40...+40), °С, мм рт. ст.

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A46:B47	2	B46	1

Таблица 14. Блок-программа расчета температуры воздуха в зависимости от максимальной упругости водяного пара, °С

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A50:B51	2	B50	1

С. 397.

Приложение 10.

Формулы.

Ф.1...Ф.40.

С. 405.

Приложение 11.

Функции для определения теплопродукции свиней и переваримости питательных веществ корма в зависимости от температуры окружающей среды и уровня кормления.

Ф.1...Ф.42.

Соляник, А. В. Зоогигиена и экология животноводства – научно-исследовательская основа зоотехнии и сельскохозяйственной отрасли науки : монография : в 5 ч. / А. В. Соляник, В. А. Соляник, А. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2017. – Ч. 1. – 244 с.

С. 129.

Для определения механизма распределения авторских процентов за опубликованные в соавторстве научные статьи соискателя вместо составленной и подписанной авторской справки можно использовать экспресс-метод, который реализуется в электронных таблицах:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:E16	16	B2:B14	12

С. 145.

На основе фактического материала по количеству авторов публикаций в *Journal of Animal Science* за период 1930–2010 гг. авторами пособия разработаны математические зависимости, реализованные в

MS Excel, которые позволяют определить численность авторов в статье в зависимости от конкретного года издания:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B12	16	B2	1

Благодаря тщательному анализу публикаций в JAS с количеством авторов 8 и более, а также с учетом общей тенденции увеличения публикуемых статей из номера в номер нами разработана линейная модель ($-330,9 + 0,17 \cdot \text{год}$), которая показывает, что к 2050 г. каждая 5–6-я статья будет иметь такой авторский коллектив.

Соляник, А. В. Зоогигиена и экология животноводства – научно-исследовательская основа зоотехнии и сельскохозяйственной отрасли науки : монография : в 5 ч. / А. В. Соляник, В. А. Соляник, А. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2017. – Ч. 2. – 344 с.

С. 111.

Разработана модель соотношения кратности ПДК (3–100) и опасности патогенного влияния этого фактора (количество суток (Кс)): $K_c = (176,13464 - 175,45905 \cdot \text{EXP}(-2,0578502 \cdot \text{ПДК} - 1,4716387))$.

С. 127.

Разработана модель, позволяющая рассчитать обоснованность выбранных зоогигиенических разрывов между животноводческими объектами и населенными пунктами с учетом качества преобладающих в Беларуси песчаных почв и, следовательно, повышенной скорости движения грунтовых вод:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B2	2	B1	1

С. 162.

Исходя из представленных данных о количестве специалистов, которые остаются работать в хозяйстве после обязательной двухлетней обработки, разработаны две модели:

$$I. Y = 4,9362244 * 162,73073^{(1/X)} * X^{0,56257941}.$$

II. $V = 385,89547 - 373,60449 * \text{EXP}(-0,92685188 * X^{-1,9393668})$,
 где X – продолжительность работы, лет;
 V – процент оставшихся работать специалистов.

C. 163.

Разработана блок-программа расчета численности специалистов (за основу принята модель II):

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

C. 222.

Формулы для расчетов загрязнения атмосферного воздуха.

C. 227.

Замену показателей здоровья населения вероятностными единицами можно осуществить по разработанной авторами пособия формуле:
 $\beta_i = 0,49949059 + 0,54912765 * \text{COS}(0,38443452 * \omega_i - 1,5697542)$.

C. 260.

Рис. 2.10. Иерархическое деление факторов риска.

C. 261.

Таблица 2.7. Обобщающая классификация рисков (опасностей) в системе здравоохранения.

C. 267.

Для оценки в популяции удельного веса заболеваний, связанных с конкретным фактором риска, используется популяционная фракция атрибутивного риска. Она рассчитывается как отношение популяционного атрибутивного риска к общему числу людей, заболевших данным заболеванием в конкретной популяции за аналогичный период. Его часто выражают в процентах и рассчитывают по блок-программе:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	B1:B5	5

С. 272.

Для оценки риска, не связанного с профессией, доза рассчитывается на период жизни продолжительностью 70 лет (или для конкретного отрезка времени, например, для периода детства) как среднесуточная на 1 кг массы тела. Например, для среднесуточной дозы (ССД), получаемой ингаляционным или пероральным путем, расчет осуществляется по следующей блок-программе:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	B1:B5	5

С. 291.

Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920–04, которое должно было стать «настойной книгой» при подготовке врачей профилактической медицины.

С. 292–293.

Суточные дозы при ингаляционном воздействии веществ с атмосферным воздухом	$I = [(Ca \cdot Tout \cdot Vout) + (Ch \cdot Tin \cdot Vin) \cdot EF \cdot ED / (BW \cdot AT \cdot 365)]$
Средняя суточная доза и стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой	$I = (Cw \cdot V \cdot EF \cdot ED) / (BW \cdot AT \cdot 365)$
Средняя суточная доза и стандартные значения факторов экспозиции при ингаляционном поступлении химических веществ, испаряющихся из питьевой воды	$I = CDI \cdot ED \cdot EF / (AT \cdot 365)$
Средняя суточная доза и стандартные значения факторов экспозиции при ингаляционном поступлении химических веществ, испаряющихся из питьевой воды во время купания (плавания) в открытом водоеме	$I = (CA \cdot IR \cdot EF \cdot ET \cdot ED) / AT$

Средняя суточная доза и стандартные значения факторов экспозиции при случайном заглатывании поверхностной воды (воды водоемов)	$I = (Cw \cdot IR \cdot EF \cdot ED \cdot ET) / (AT \cdot BW \cdot 365)$
Средняя суточная доза и стандартные значения факторов экспозиции при кожной экспозиции воды открытых водоемов (поглощенная доза)	$DAD = (DAe \cdot EV \cdot ED \cdot EF \cdot SA) / (BW \cdot AT \cdot 3\,600 \cdot 1\,000)$
Средняя суточная доза и стандартные значения факторов экспозиции при кожной экспозиции водопроводной (питьевой) воды (поглощенная доза)	$DAD = (DAe \cdot EV \cdot ED \cdot EF \cdot SA) / (BW \cdot AT \cdot 365 \cdot 1\,000)$
Средняя суточная доза при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами (при использовании методов индивидуального потребления)	$I = \Sigma [(A1 \cdot m1) + (A2 \cdot m2) + (An \cdot mn)] \cdot F / BW$
Средняя суточная доза при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами (при использовании бюджетных методов потребления)	$I = \Sigma [(A1 \cdot m1) + (A2 \cdot m2) + (An \cdot mn)] \cdot F / BW$
Средняя суточная доза при поступлении химических веществ для детей первого года жизни с грудным молоком и продуктами прикорма	$I = \Sigma [(C1 \cdot m1) + (C2 \cdot m2) + (Cn \cdot mn)] / BW$
Средняя суточная доза и стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении веществ из почвы	<p>Канцерогены:</p> $I = Cs \cdot FI \cdot EF \cdot ET \cdot CF2 \cdot ((EDc \times IRc / BWc) + (EDa \cdot IRa / BWa)) / (AT \cdot 365)$ <p>Неканцерогены:</p> $I = Cs \cdot FI \cdot ET \cdot CF2 \times IRn \cdot Edn / (BWn \cdot ATn \cdot 365)$

Средняя суточная доза при ингаляционном воздействии химических веществ, попадающих в воздух из почвы	$I = (Ca \cdot IR \cdot ED \cdot EF) / (BW \cdot AT \cdot 365)$
Фактор эмиссии пылевых частиц	$PEF = Q / C \cdot 3\,666 / (0,036 \times (1 - V) \cdot (Um / Ut)^3 \cdot F(x))$
Фактор испарения вещества из почвы	$VF = Q/C \cdot (3,14 \cdot Da \cdot T)^{1/2} \times 10^{-4} / (2 \cdot rhob \cdot Da)$
Средняя суточная доза при накожной экспозиции почвы	$DAD = (DAe \cdot EF \cdot ED \cdot EV \cdot SA) / (BW \cdot AT \cdot 365)$

Соляник, А. В. Зоогигиена и экология животноводства – научно-исследовательская основа зоотехнии и сельскохозяйственной отрасли науки : монография : в 5 ч. / А. В. Соляник, В. А. Соляник, А. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2017. – Ч. 4. – 293 с.

С. 103.

На основе одних и тех же графических данных Д. С. Робертсон, устанавливающих соотношение рН и CO₂, разработаны формулы:

$$pH = 7,8962727 - 0,0014090909 \cdot CO_2;$$

$$pH = 7,88 - 0,0014 \cdot CO_2.$$

Моделирование изменения параметров с использованием этих формул показало недостаточно корректное отражение данных на рисунке, опубликованном в журнале в 2008 г., при перепечатке из статьи 2006 г.

С. 104.

Эта табличная информация указывает на то, что для разработки математических моделей желательно иметь числовые значения показателей, а не их графическое представление. Дело в том, что если использовать линейную модель для значений углекислого газа на уровне 1000–5000 ppm, то рН крови будет ниже физиологически обусловленной, что не может быть в принципе.

С. 135.

Основы оценки риска для здоровья населения.

С. 137.

Элементы оценки влияния факторов среды на здоровье населения.

С. 141.

Таблица 1. Основные элементы анализа экспозиции

Элемент	Характеристика
Агент(ы)	Биологические, химические, физические, один агент, множество агентов, смеси
Источник(и)	Антропогенный/неантропогенный, поверхностный/точечный, стационарный/подвижный, внутри помещения/вне помещения
Транспорт / накопление	Воздух, вода, почва, пыль, пищевые продукты и др.
Маршрут(ы) воздействия	Потребление загрязненной пищи, вдыхание воздуха на производстве и др.
Воздействующая концентрация	кг/кг (пищевые продукты), мг/л (вода), мкг/м ³ (воздух)
Пути поступления	Ингаляция, кожный контакт, глотание, множественные пути
Продолжительность экспозиции	Секунды, минуты, часы, дни, недели, месяцы, годы, на протяжении жизни
Частота воздействия	Постоянная, интермиттирующая, циклическая, редкая, случайная
Экспонируемая популяция	Производственная/непроизводственная, жители/визитеры, отдельные подгруппы, индивидуумы
Географический охват	Связь с территорией/связь с источником, локальный, региональный, национальный, международный, глобальный
Период оценки	Прошрое, настоящее, будущее, тренды

С. 142.

Таблица 3. Пример сводной таблицы для анализа риска при многомаршрутной, многосредовой экспозиции j -го химического вещества

С. 171.

На основе данных построена математическая модель: $pH=7,825-0,00115*CO_2$.

На основании применения данной модели и зависимости, установленной на основе графика, а также первичных данных, упомянутых в ней, авторами пособия подтверждено предположение о том, что без численных значений аппроксимирующие показатели, особенно на граничных условиях, очень варьируют.

С. 196.

Модель расчета средней массы одного кристалла = $\text{ЕСЛИ}(\text{В}120 \geq 1,3; 51,16 - 3,59 * \text{pH}; \text{ЕСЛИ}(\text{В}120 < 1,3; (7,79 - 35,03 * \text{pH}) / (1 - 2,668 * \text{pH} + 0,97 * \text{pH}^2)))$. Данная модель достаточно надежно описывает исходные тенденции.

С. 262.

Модель расчета по рис. 1: $\text{pH} = 7,8625 - 0,001375 * \text{CO}_2$. Ошибка между расчетом и графиком – менее 0,5 %.

Соляник, В. В. Методика разработки математических функций от одной и двух переменных для создания динамических моделей в области зоотехнии и зооигиены / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2013. – Т. 48, ч. 2. – С. 232–245.

Таблица 1. Нормы кормления растущих откармливаемых свиней при среднесуточном приросте за весь период откорма 550–800 г.

Таблица 2. Норма потребления растущих откармливаемых свиней в сухом веществе в зависимости от живой массы (40–110 кг) и среднесуточного прироста за весь период откорма (550–800 г), кг.

Таблица 3. Среднесуточный прирост молодняка свиней на откорме в зависимости от их живой массы и планового среднесуточного прироста за период откорма, г.

Рис. 1. Потребность в сухом веществе молодняка свиней на откорме в зависимости от живой массы животных и планируемого среднесуточного прироста в период откорма.

Рис. 2. Динамика среднесуточного прироста растущих откармливаемых свиней в зависимости от их живой массы в период откорма.

Таблица 4. Норма потребления растущих откармливаемых свиней в сухом веществе (расчетный вариант) и колебание исходных и рассчитанных параметров, %.

Соляник, В. В. Технологические особенности организации и проведения зоотехнических опытов на промышленных свинокомплексах / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2014. – Т. 49, ч. 2. – С. 319–329.

Таблица 1. Блок-программа расчета среднесуточного прироста в конкретный период времени (неделя)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

Таблица 2. Динамика продуктивности молодняка свиней в зависимости от живой массы при рождении.

Таблица 3. Зоотехнический опыт.

Таблица 4. Блок-программа расчета среднесуточного прироста в конкретный период времени (неделя)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:E4	3	B3:D4	6

Таблица 5. Изменения средней живой массы в эксперименте в зависимости от количества крупных, средних и мелких поросят при рождении.

Таблица 6. Влияние соотношения живой массы поросят при рождении на среднюю живую массу по группе при достижении свиньями возраста 26 недель.

Соляник, В. В. Прогнозирование численности свиноматок в технологическом обороте в зависимости от месяца их рождения / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Zootechnical science – an important factor for the European type of the agriculture: Collection of works of scientific symposium with international participation dedicated to 60th anniversary of the founding of the Institute, 29 septembrie – 01 october, Maximovca, 2016/com. şt.: Focşa Valentin [et al.]. – Maximovca: S. n., 2016 (Tipogr. "Print Caro"). – P. 660–664.

Таблица 1. Распределение общей численности свиноматок в зависимости от месяца рождения к среднемесячному поголовью по первому опоросу, %

Таблица 2. Распределение численности свиноматок по опоросам в зависимости от месяца рождения, %

Таблица 3. Блок-программа расчета коэффициента численности свиноматок в стаде

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

Таблица 4. Распределение свиноматок по месяцам рождения и опоросам, гол.

Соляник, С. В. Компьютерные прямолинейные модели взаимосвязи среднесуточных приростов свиней на доращивании с гематологическими показателями и естественной резистентностью их организма / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. – Гродно, 2017. – Т. 37. – С. 271–278.

Таблица 1. Блок-программа расчета гематологического профиля поросят на доращивании в зависимости от среднесуточного прироста

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B48	48	B1:B11	1

Таблица 2. Апробация блок-программы по определению гематологического профиля поросят на доращивании.

Таблица 3. Блок-программа по определению среднесуточного прироста поросят по значению конкретного гематологического показателя

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C49	49	B1:B48	48

Соляник, С. В. Методика решения проблемы математической воспроизводимости статистических данных научных исследований в сельскохозяйственных отраслях науки / С. В. Соляник // Органічне виробництво і продовольча безпека. – Житомир : ЖНАЕУ, 2017. – С. 218–223.

На наш взгляд, необходимо не столько создавать базы данных, сколько пытаться заменить средние значения параметров на математические формулы, описывающие или изменения параметра во времени, или зависимость одного параметра от другого. Для этой цели используются программные продукты, позволяющие строить аппроксимационные кривые от одной или двух переменных (CurveExpert, TableCurve 2D и 3D, Mathematica и др.). По сути, доказательством установленной исследователем зависимости ($y = f(x)$ или $y = f(x, z)$) может быть лишь вариант, когда созданная аппроксимационная функция позволяет воспроизводить исходные данные с минимальной погрешностью (не более $\pm 5\%$).

Соляник, С. В. Линейная взаимосвязь гематологического профиля свиней на доращивании и фактических среднесуточных приростов / С. В. Соляник // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечение сельскохозяйственного производства : материалы междунар. науч.-практ. конф. – с. Соленое Займище, ФГБНУ «Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. землед.», 2017. – С. 1488–1491.

Таблица 1 – Блок-программа расчета гематологического профиля поросят на доращивании в зависимости от среднесуточного прироста

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B48	48	B1:B1	1

Таблица 2 – Апробация блок-программы по определению гематологического профиля поросят на доращивании.

Соляник, С. В. Математическое описание экспериментальных данных о влиянии температуры окружающей среды на переваримость питательных веществ рациона, обмен веществ и энергии у молодых и взрослых свиней / С. В. Соляник // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечение сельскохозяйственного производства : материалы междунар. науч.-практ. конф. – с. Соленое Займище, ФГБНУ «Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. землед.», 2017. – С. 1515–1521.

Таблица 1 – Блок-программа расчета переваримости питательных веществ и продуктивность молодняка свиней

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B43	43	B1:B3	3

Таблица 2 – Блок-программа расчета влияния температуры окружающей среды и уровня кормления на обмен энергии у свиноматок

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B20	20	B4:B5; B17:B18	4

Соляник, С. В. Программный продукт для расчета живой массы свиней и крупного рогатого скота по результатам обмера животных / С. В. Соляник // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : материалы XX Междунар. студ. науч. конф., посвящ. 50-летию образования кафедр кр. животновод. и перераб. животновод. прод.; свиновод. и мелк. животновод. / редкол.: А. И. Портной (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2018. – С. 301–305.

Таблица 1. Блок-программа для определения живой массы крупного рогатого скота (молодняк, коровы, быки) по промерам

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

Таблица 2. Блок-программа для определения живой массы свиней по промерам

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

Таблица 3. Блок-программа для определения уровня выращивания ремонтных телок

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:D9	9	A2; A4; A6	3

Таблица 4. Пример расчета.

Кравцов, С. В. Методика восстановления первичных зоотехнических данных на основе известных средних значений и их ошибки // С. В. Кравцов, С. В. Соляник, Н. А. Лешкевич // Сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. студ. науч. конф. – Гродно : Изд.-полиграф. отдел УО ГГАУ, 2018. – С. 342–344.

Блок-программа восстановления первичных данных

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B13	13	B8:B13	6

Лешкевич, Н. А. Методика определения достоверности различий между статистическими выборками на основе восстановления значений первичных зоотехнических данных по опытным группам / Н. А. Лешкевич, С. В. Соляник, С. В. Кравцов // Сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. студ. науч. конф. – Гродно : Изд.-полиграф. отдел УО ГГАУ, 2018. – С. 344–346.

Блок-программа воссоздания первичных данных и расчета уровня достоверности различий между группами

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C20	20	B3:C3; C1	3

Блок-программа для расчета объема выборки

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	B1:B3	3

Кравцов, С. В. Методика расчета финансового плана внедрения программного продукта / С. В. Кравцов, С. В. Соляник, Н. А. Лешкевич // Сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. студ. науч. конф. – Гродно : Изд.-полиграф. отдел УО ГГАУ, 2018. – С. 340–342.

Блок-программа расчета финансового плана продажи ПО

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C6	41	C2:C6; C8; C11:C13; C18; C32	10

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте численные методы разработки математических функций от одной и (или) двух переменных.
2. Назовите положительные и отрицательные стороны применения в зоотехнии и зоогиgiene статистических методов для анализа технологических решений.
3. Опишите прямолинейные статистические зависимости.
4. Опишите компьютерную методологию восстановления условно первичных данных из опубликованных цифровых статистически обработанных материалов, полученных независимыми исследователями.
5. Перечислите научные основы разработки компьютерных программ для создания цифровых двойников животноводческих объектов, технологий и технологических решений.
6. Дайте характеристику цифровым моделям: биологическим процессам у животных; зоотехническим процессам в подотраслях животноводства; зооигиеническим и экологическим процессам в животноводстве.

Тема 2. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ. ПРОГРАММНОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ

Цель занятия: обосновать комплексную оценку технологических решений, программное и математическое описание процессов.

Материалы и оборудование: учебное пособие, компьютерная техника.

Задание 1. Найти в библиотеке или в сети Интернет научные публикации (статьи в журналах и сборниках трудов, разделы и главы монографий и др.), в которых изложены вышеперечисленные вопросы, Изучить, как и для чего применяются компьютерные блок-программы, необходимые для комплексной оценки технологических решений.

Задание 2. Ознакомиться с перечнем публикаций, в которых представлены практические решения вопросов обоснования комплексной оценки технологических решений, программное и математическое описание процессов (таблицы, компьютерные блок-программы или отдельные тезисы).

Порядок и методика выполнения работы. Теоретический минимум. Занятие проводится в аудитории. Под руководством преподавателя магистранты обосновывают комплексную оценку технологических решений, программное и математическое описание процессов.

Британский физик новозеландского происхождения, один из создателей ядерной физики, лауреат Нобелевской премии по химии (1908) Эрнест Резерфорд (англ. Ernest Rutherford, 1871–1937) однажды сказал: *«Все науки делятся на физику и коллекционирование марок»*. Коллекционирование марок – это занятие, которое на 100 % зависит от истории. Коллекционеров, филателистов про конкретную марку интересует всё: кто ее гравировал, как, какому историческому событию посвящена, как это все было и т. д. Это то, что имеет место в биологии. Например, в биологических системах, чтобы понять, откуда на Земле взялись кошки, мыши, почему кошки ловят мышей и т. д., надо углубляться на 3–4 млрд. лет назад. Это все «растет» оттуда, т. е., биологические системы – это системы с исключительно долговременной памятью.

Гомеостаз (от греч. *homoios* – тот же самый, похожий и греч. *stasis* – неподвижность, стояние), гомеостазис – способность организма или системы организмов поддерживать устойчивое (динамическое) равновесие в изменяющихся условиях среды (рис. 1).

Гомеостаз системы поддерживается, как правило, ее внутренними механизмами, в частности, генетической структурой, метаболизмом, устойчивыми интегративными связями между ее компонентами (трофическими или шестественными и энергетическими взаимоотношениями) и т. п. Так, способность популяции адаптироваться к новым условиям окружающей среды зависит от степени ее гетерозиготности. Между последней и устойчивостью (эффективностью) адаптации существует прямая корреляционная связь.

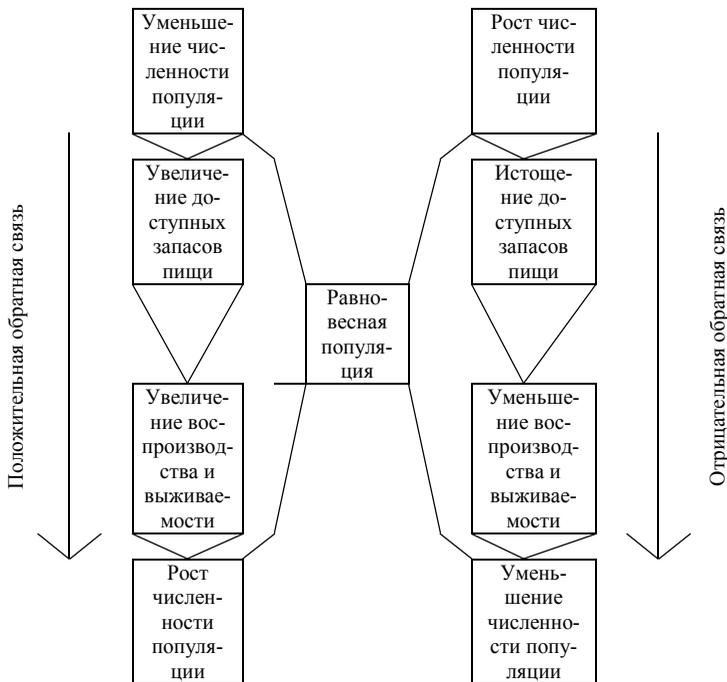


Рис. 1. Гомеостаз в популяции животных, регулируемый доступностью пищевых ресурсов

Популяции, обитающие в флуктуирующих условиях среды, характеризуются большей степенью гомеостаза, чем обитающие в стабильных условиях. Обратно пропорционально отношению между гомеостазом и энтропией. В оптимальных условиях экосистема (благодаря дыханию) всегда стремится к максимальной степени гомеостаза, т. е. к негэнтропии. Наиболее совершенен гомеостаз у млекопитающих. Первую попытку выявить механизмы гомеостаза в живой природе сделал К. Линней (1760). Равновесие, поддерживаемое взаимозависимостью между ассимиляцией и диссимиляцией, показал К. Бернар (1875). Обобщенную концепцию гомеостаза и термин предложил У. Кеннон (1929).

Численность популяции определяется как внутренними (генотип, возрастная структура и внутривидовая конкуренция), так и внешними (погода, хищники, болезни и межвидовая конкуренция) факторами.

Многие из них оказывают прямое или косвенное воздействие на качество и количество доступной для животных пищи.

Зоотехния (технология животных) и зоогигиена (гигиена животных), как сельскохозяйственные науки, находятся между техническими и биологическими науками.

В то же время учебный план по зоотехнии для зоотехнических отделений средних специальных и высших учебных заведений можно условно сгруппировать по базовым компонентам, дисциплинам и факультативным занятиям, относящимся преимущественно к общим зоотехническим направлениям:

Базовые компоненты, циклы, дисциплины, факультативные занятия	Общезоотехнические направления
Биотехнология с основами акушерства Разведение сельскохозяйственных животных с основами селекции Анатомия и физиология сельскохозяйственных животных Генетика Основы племенного дела	РАЗВЕДЕНИЕ
Математика Кормопроизводство с основами земледелия Кормление сельскохозяйственных животных Основы зоотехнического дела	КОРМЛЕНИЕ
Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов Основы ветеринарии Машины и оборудование животноводческих ферм Охрана окружающей среды и энергосбережение О допуске к экологической информации	ЗООГИГИЕНА ЭКОЛОГИЯ
Экономика отрасли Основы управления интеллектуальной собственности Основы менеджмента	ЭКОНОМИКА

Основы маркетинга Бухгалтерский учет Деловая документация Агробизнес Организация сельскохозяйственно- го производства Информационные технологии	ЭКОНОМИКА
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Зоотехния XXI в. – это агроприродоресурсная наука и высокоприбыльный бизнес в области животноводства, базирующийся на видоответствующих и экологически сбалансированных технологических процессах, оптимально спроектированных современными цифровыми и вычислительно-математическими решениями в области гигиены животных (зоогигиены), с минимальными материально-финансовыми затратами на всех стадиях производственного цикла получения, переработки и реализации традиционной продукции животного происхождения. При этом выбор всех без исключения технологических решений в животноводстве базируется на оптимизации, т. е. процессе максимизации выгодных характеристик, соотношений, и минимизации расходов.

ЗООТЕХНИЯ	
<i>НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ</i>	<i>ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ</i>
Разведение, воспроизводство, племенная работа	Оборот стада
Гигиена и экология животных	Условия содержания
Кормопроизводство, корма, кормление	Кормление
Экономика и финансы	Экономика

Для того чтобы в век информационных технологий сельское хозяйство развивалось более быстрыми темпами, ученые и практики в агрономии и зоотехники должны стать теоретиками-изобретателями.

Белорусское сельское хозяйство – это земледелие и животноводство. При этом $\frac{4}{5}$ продукции белорусского земледелия через кормопроизводство как подотрасль растениеводства идет на нужды мясомолочного животноводства, которое «потребляет» травяные корма, фуражное зерно, отходы от переработки технических культур, корне-

клубнеплодов и т. д. Таким образом, наше сельское хозяйство – это 10 % земледелие и 90 % животноводство.

Исходя из предложенной авторами пособия пропорции наблюдается аналогичное распределение влияния на эффективность функционирования сельского хозяйства как отрасли реальной экономики Беларуси таких аграрных наук, как агрономия и зоотехния, т. е. соотношение 1:9. При этом как для сельскохозяйственных наук, так и для их базовых направлений (агрономия, зоотехния) можно отметить схожесть их структуры по привлечению информационно-методических подходов других отраслей науки.

Условная структура научных направлений, %

Отрасли науки	Сельскохозяйственные науки		
		агрономия	зоотехния
Исторические	25	25	25
Физико-математические	20	20	20
Химические	20	20	20
Технические	15	15	15
Биологические	10	10	10
Экономические	9,4	9,9	8,9
Ветеринарные	0,5	–	1,0
Юридические	0,1	0,1	0,1
	100	100	100

Зоотехния (100 %) = гигиена животных (90 %) + экология животноводства (10 %)

	НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ	ОТРАСЛЬ НАУКИ		МАТЕМАТИКА
	ЗООТЕХНИЯ	ЗООГИГИЕНА	СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ	
Физико-математические				
Химические				
Технические				
Биологические				
ЗООЭКОЛОГИЯ	Экономические			
	Ветеринарные			
	Юридические			

Специалистам, ученым в технической или биологической отраслях науки трудно понять, как организуется производственно-технологический процесс получения продуктов животного происхождения, начиная со стадии выращивания кормов, кормления и разведения животных, создания зооигиенически оптимальных условий содержания и заканчивая переработкой и реализацией продукции животного происхождения конечному потребителю (человеку), т. е. от поля до стола и вилки.

Важно, чтобы в достаточно большей степени вопросами кормопроизводства, кормления и разведения животных владели врачи ветеринарной медицины. Это положительно скажется на технологической дисциплине работы конкретного животноводческого объекта (фермы, комплекса, фабрики и т. д.).

Научной основой интенсификации животноводства является биотехнология и биоинженерия, т. е. биологические, а не сельскохозяйственные науки. Интенсификация технологических процессов в животноводстве – это отход от многовековых традиций, который приводит, в конечном итоге, к получению искусственного продукта животного происхождения.

Вопросы проектирования, строительства и эксплуатации животноводческих объектов изучают только зооинженеры. Другими словами, единственными специалистами в сельскохозяйственной отрасли науки, которые в соответствии с образовательным стандартом имеют право заниматься проектированием животноводческих объектов, являются зооинженеры.

Приведем наименование цикла дисциплин, преподаваемых согласно образовательным стандартам, при подготовке специалистов в зоотехнии и ветеринарной медицине. Некоторые дисциплины для будущих зоотехников и ветврачей являются общими, с некоторой спецификой в отдельных темах и вопросах, но ряд образовательных курсов преподаются исключительно будущим технологам животноводства:

1-74 03 01 Зоотехния	1-74 03 02 Ветеринарная медицина
Физика с основами биофизики	
Информационные технологии	
Зоология	
Биоорганическая и биологическая химия Общая химия с основами аналитической	
Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность	

Анатомия животных Гистология с основами эмбриологии	
Акушерство, гинекология и биотехнология размножения животных Микробиология и иммунология	
Технология переработки продукции животноводства и ветеринарно-санитарная экспертиза	
Высшая математика	
Основы управления интеллектуальной собственностью	
Сельскохозяйственная экология	Общая и ветеринарная экология
	Ветеринарная радиология
Генетика с основами биометрии	Генетика
Основы генетической инженерии и биотехнологии	
Разведение сельскохозяйственных животных и племенное дело	
Кормопроизводство и кормление сельскохозяйственных животных	Кормление сельскохозяйственных животных
Физиология и этология сельскохозяйственных животных	Физиология животных
Механизация животноводства с основами энергосбережения	
Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов	Гигиена животных
Основы ветеринарной медицины	
Основы научных исследований и патентоведение	
Управление качеством производства продукции животноводства на основе ISO серии 9000, 14000, 22000, HACCP	
Экономическая теория	
Экономика сельского хозяйства	
Организация и управление сельскохозяйственного производства	
Бухгалтерский учет, финансы и статистика	

Только будущие зоотехники в процессе обучения в средних специальных или зооинженеры в высших сельскохозяйственных учебных заведениях при изучении зооигиены знакомятся с такими вопросами, как:

Гигиена ферм и помещений для животных	Гигиена ухода за животными
<p>Основы проектирования Экспертиза проектной документации и контроль качества строительства Выбор участка для строительства Зонирование животноводческих ферм Требования к строительным материалам Зооигиеническая оценка отдельных частей зданий Вентиляция животноводческих помещений Расчет объема вентиляции Тепловой баланс помещений Расчет теплового баланса Подстилочные материалы Расчет выхода навоза Удаление навоза и помета Навозохранилища и обеззараживание навоза Транспортирование навоза и помета Использование навоза и помета на полях Общие мероприятия на животноводческих предприятиях Профилактическая дезинфекция, дезодорация, дезинсекция и дератизация Ветеринарно-санитарные правила сбора, утилизации и уничтожения биологических отходов</p>	<p>Гигиена ухода за кожей Уход за конечностями, копытами и рогами Моцион животных Поведение животных Адаптация, акклиматизация и профилактика стрессов в животноводстве Транспортировка и перегоны животных Гигиена летнего содержания животных Зооигиенические требования к оборудованию лагерей Личная гигиена работников животноводства</p>

Важно, чтобы и врачи ветеринарной медицины, и представители инженерных специальностей участвовали как в решении вопросов проектирования животноводческих объектов, так и в определении фактической экологической нагрузки на окружающую среду от функционирования ферм и комплексов. При изучении курса «Гигиена животных» важное значение имеют такие вопросы, как воздушная среда и ее гигиеническое значение, гигиенические требования к почве, гигиена воды и поения животных, гигиена кормов, гигиенические требования к ним и кормлению сельскохозяйственных животных.

К слову, аналогичная ситуация наблюдается с разведением и кормлением животных, разработкой схем разведения и составлением рационов кормления поголовья, экспертной оценкой деятельности в этих зоотехнических направлениях. Важно, чтобы наряду с зооинженерами специальными знаниями в этих науках обладали врачи ветеринарной медицины, биологи.

Вопросы гигиены животноводческих помещений и экологической оценки воздействия животноводческих объектов на окружающую среду специалистам, получившим зоотехническое образование, и врачам ветеринарной медицины преподаются в рамках таких дисциплин, как «Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов», «Сельскохозяйственная экология», «Гигиена животных», «Общая и ветеринарная экология», «Ветеринарная радиология». В частности, изучаются следующие вопросы:

Воздушная среда и ее гигиеническое значение	Состояние воздушной среды	
	Климат и микроклимат	
	Газовый состав воздуха	
	Температура воздуха	Терморегуляция, теплообмен между организмом и внешней средой, теплопродукция и выделения тепла, пути потери тепла организмом
	Влияние низких температур на организм животных	
	Влияние высоких температур на организм животных	
	Влажность воздуха	Влияние влажности воздуха на организм животных

	<p>Движение воздуха</p> <p>Атмосферное давление</p> <p>Лучистая энергия и освещенность</p> <p>Аэроионизация</p> <p>Запыленность воздуха</p> <p>Микробная загрязненность воздуха</p> <p>Адаптация и акклиматизация в животноводстве</p>	<p>Влияние движения воздуха на организм животных</p> <p>Акустический шум</p> <p>Состав и свойства солнечной радиации, влияние солнечной радиации на организм животных</p> <p>Действия аэроионов на организм животных и аэроионизация животноводческих помещений</p> <p>Воздействие пыли на организм животных</p> <p>Адаптация, акклиматизация</p>
Гигиенические требования к почве	<p>Механический состав и физические свойства почвы</p> <p>Химические свойства почвы</p> <p>Биологические свойства почвы</p> <p>Самоочищение почвы</p> <p>Санитарная оценка почвы</p> <p>Мероприятия по санитарной охране почвы</p> <p>Уборка и уничтожение трупов животных</p>	<p>Агротехнические мероприятия, санитарные мероприятия</p>
Гигиена воды и поения животных	<p>Значение воды для животных</p> <p>Классификация природных вод</p> <p>Загрязнение природной воды</p> <p>Самоочищение воды</p> <p>Паспортизация водоемов и их санитарная охрана</p> <p>Ветеринарно-гигиенические требования к воде</p> <p>Стандартизация и нормативы питьевой воды</p> <p>Нормативы водопотребления</p> <p>Водоснабжение животноводческих предприятий</p> <p>Устройства для поения животных</p> <p>Режимы поения животных</p> <p>Улучшение качества воды</p>	<p>Атмосферные воды, поверхностные воды, подземные воды</p>

Способность специалистов в области зоотехнии заниматься зооигиеническими вопросами связана с тем, что в зооигиене имеются свои методы исследований.

По общему правилу, гигиена животных (зооигиена) подразделяется на:

- общую гигиену, изучающую общие для всех животных вопросы о состоянии воздушной среды, почвы, воды, требования к кормам, поению и кормлению, помещениям и пастбищам;

- частную гигиену, изучающую вопросы содержания, кормления, ухода и эксплуатации животных отдельных видов и направлений продуктивности.

Основными объектами зооигиенических исследований являются многочисленные факторы среды (климат, воздух, почва, вода, корма, параметры микроклимата и др.) и сами животные и их реакции на воздействия средовых факторов, в том числе и условия содержания.

Для данных целей в зооигиене применяют лабораторно-инструментальные и специфические методы:

<p style="text-align: center;">Физический метод</p>	<p>Позволяет определять:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температуру воздуха, почвы и воды; - относительную влажность воздуха; - плотность и пористость почвы; - скорость движения воздуха; - атмосферное давление; - акустический и радиационный фон и другие параметры. <p>При этом используют разнообразные инструменты и приборы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - термометры и психрометры, - термографы и барометры, - анеометры и ультразвуковую аппаратуру и т. д.
<p style="text-align: center;">Химический метод</p>	<p>Применяют для определения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - химического состава воздуха, воды, почвы и кормов; - наличия токсинов, ядов, пестицидов, алкалоидов, нитритов, нитратов, гликозидов, солей тяжелых металлов и т. д. в кормах и воде

<p>Биологический метод</p>	<p>Позволяет определять в воздухе животноводческих помещений общую загрязненность микроорганизмами; обсемененность бактериями группы кишечной палочки; количество гемолитических и зеленеющих стрептококков; количество спор грибов и вирусов.</p> <p>Определение проводят на специальных питательных средах (МПА, Эндо, Плоскирева, Чапека и др.). Используются следующие разновидности данного метода:</p> <ul style="list-style-type: none"> - микробиологический; - физиологический; - токсикологический; - биопроб и др.
<p>Метод санитарного обследования</p>	<p>При помощи данного метода проводят описание помещения животноводческих ферм, пастбищ, летних лагерей, водоемчиков и систем водоснабжения, а также условий заготовки, хранения и подготовки кормов на комбикормовых заводах и в кормоцехах хозяйств и т. д.</p> <p>Такие обследования проводят по специальным программам с привлечением лабораторно-инструментальных методов (физических, химических, биологических и др.) и экспресс-методов</p>
<p>Метод клинко-физиологических наблюдений</p>	<p>Применяют для изучения функциональных сдвигов в организме опытных и контрольных животных под влиянием различных условий их содержания, кормления и использования</p>
<p>Метод зооигиенического эксперимента</p>	<p>Используют четыре разновидности данного метода:</p> <ul style="list-style-type: none"> - лабораторный; - натуральный; - в климатических камерах; - в климатических камерах, с моделированием природных условий. <p>Первые три применяют при изучении влияния факторов внешней среды на организм</p>

	<p>животных с целью обоснования гигиенических параметров, требований и правил, обеспечивающих предупреждение заболеваний животных и высокую их продуктивность.</p> <p>Эксперимент с моделированием природных условий проводят для изучения и прогнозирования процессов, происходящих в окружающей среде (самоочищение воды в водоеме, самоочищение почвы, длительность выживания микроорганизмов в растениях, почве т. д.)</p>
Оценка риска здоровью	<p>Гигиенический мониторинг по оценке риска для здоровья населения и животных от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух.</p> <p>Оценка зависимости «доза-ответ» при воздействии примесей, обладающих беспороговым и пороговым механизмом действия и др. (Инструкция Минздрава Республики Беларусь № 2.1.6.11-9-29-2004)</p>
Санитарно-статистический метод	Используют для анализов показателей – состояния животноводства (в отдельных зонах, регионах, районах, хозяйствах) в зависимости от условий содержания, ухода и кормления
Статистические методы	<p>Описательная статистика</p> <p>Анализ соответствия вида распределения признака закону нормального распределения: критерии Колмогорова – Смирнова и Шапиро – Уилка</p> <p>Сравнение двух независимых групп по изучаемому признаку: <i>t</i>-критерий Стьюдента для независимых выборок, критерии Манна – Уитни и Краскела – Уоллиса и др.</p> <p>Оценка связи между переменными по коэффициенту корреляции Пирсона и коэффициенту ранговой корреляции Спирмена</p>
Методы математического моделирования	Моделирование биологических, экологических и технологических процессов, протекающих на животноводческих объектах (фермы, комплексы, фабрики и др.)

В гигиене человека применяются следующие методы исследований:

- санитарно-гигиенический;
- метод аналитического (лабораторного) контроля;
- метод математического моделирования;
- оценка риска здоровью;
- эпидемиологический;
- статистические.

Доказательная медицина, в том числе и ветеринарная, утверждает, что разработан перечень вакциноуправляемых заболеваний. Однако африканская чума свиней к таким заболеваниям не относится. Следовательно, необходимо использовать Банговский метод, т. е. уничтожение подозрительного поголовья свиней, наложение карантина (от итальянского – сорок дней) и т. д. Следовательно, экономическая эффективность функционирования животноводческих объектов с учетом обеспечения биобезопасности и неукоснительного выполнения зоотехнических, зоогигиенических и санитарных норм и правил играет значительно более важную роль, чем ветеринарные мероприятия, связанные с лечением животных.

В целом можно сказать, что как в гигиене животных, так и в гигиене человека применяются аналогичные методические подходы, в том числе статические и математического моделирования.

К слову, вопросы медицины в Беларуси регламентируют тридцать законов и более тысячи подзаконных актов. По сути, количество законодательных актов совпадает с количеством специальностей по медицинской отрасли науки Номенклатуры специальностей высшей научной квалификации, по которым защищаются ученые степени на соискание ученой степени кандидата (доктора) медицинских наук.

Правовое регулирование животноводства нашего государства базируется на трех законах: Закон Республики Беларусь о ветеринарной деятельности (2010), Закон Республики Беларусь о племенном деле в животноводстве (2013) и Закон Республики Беларусь «Об идентификации, регистрации, прослеживаемости сельскохозяйственных животных (стад), идентификации и прослеживаемости продуктов животного происхождения» (2015).

Если последний из принятых законов (об идентификации сельскохозяйственных животных) является новым нормативным правовым актом, принятым в нашей стране с оглядкой на Евросоюз, а также Украину, то Закон о ветеринарной деятельности заменил Закон о вете-

ринарном деле, действовавший в Беларуси с 1994 г., а Закон Республики Беларусь о племенном деле в животноводстве заменил Закон о племенном деле, принятый в 1995 г.

В Беларуси решен вопрос научного обеспечения зоотехнической деятельности:

- научное обеспечение племенного дела осуществляют Национальная академия наук Беларуси и другие научные организации в соответствии с законодательством о научной деятельности (статья 41 Закона Республики Беларусь о племенном деле в животноводстве);

- научное обеспечение в области идентификации, регистрации, прослеживаемости сельскохозяйственных животных (стад), идентификации и прослеживаемости продуктов животного происхождения осуществляется Национальной академией наук Беларуси и другими научными организациями в соответствии с законодательством о научной, научно-технической и инновационной деятельности (статья 25 Закона Республики Беларусь об идентификации, регистрации, прослеживаемости сельскохозяйственных животных (стад), идентификации и прослеживаемости продуктов животного происхождения).

В то же время в Законе Республики Беларусь о ветеринарной деятельности нет отдельной нормы, регламентирующей научное обеспечение ветеринарии и ветеринарной деятельности. Лишь в статье 3 Закона указано, что ветеринарная деятельность осуществляется на основании следующих принципов:

- предотвращения вреда жизни и здоровью человека, имуществу юридических и физических лиц, окружающей среде, а также жизни и здоровью животных;

- приоритета профилактики болезней животных при проведении ветеринарных мероприятий;

- научной обоснованности и экономической эффективности проведения ветеринарных мероприятий;

- достоверности, доступности и открытости информации об изменении эпизоотической ситуации и принимаемых мерах по обеспечению ветеринарного благополучия;

- доступности ветеринарных услуг;

- недопущения жестокого обращения с животными при осуществлении ветеринарной деятельности.

Как видно, если в «зоотехнических» законах научное обеспечение осуществляется между государственными органами без вычленения непосредственных его участников – ученых-зоотехников, то в вопросе ветеринарной деятельности присутствует международная дефиниция:

научная обоснованность и экономическая эффективность проведения ветеринарных мероприятий. К слову, белорусский законодатель должен был поступить аналогично и в отношении зоотехнии как науки, обеспечивающей научное сопровождение деятельности, связанной с обращением с животными (независимое экономически эффективное экспертное суждение и оценка на всех зоогигиенических и технологических этапах).

При этом непосредственное влияние существующего в Беларуси законодательства на организационно-технологические процессы при производстве животноводческой продукции не превышает 5 %, ветеринарная деятельность – менее 1 %, племенное дело – менее 4 %.

В то же время в Украине действуют и находятся в Верховной Раде на различных стадиях рассмотрения следующие нормативные правовые акты, в которых речь идет, в том числе, о животных и гигиене в широком смысле слова: Закон об охране окружающей природной среды (1991); Закон о ветеринарной медицине (1992); Закон об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения (1994); Закон о страховании (1996); Закон о защите населения от инфекционных болезней (2000); Закон о животном мире (2001); Закон о защите животных от жестокого обращения (2006); Закон об идентификации и регистрации животных (2009); Закон о государственном контроле за соблюдением законодательства о пищевых продуктах, кормах, побочных продуктах животного происхождения, здоровье и благополучии животных (2017); проект Закона о кормах (2014 г., снят с рассмотрения в 2017 г.); Закон о безопасности и гигиене кормов (2017) и др.

В животноводстве особую ценность представляют наблюдения, проведенные в производственной обстановке. В качестве примера можно назвать классические работы М. М. Щепкина и П. Н. Кулешова, выполненные на основе точных наблюдений и личного участия в практике разведения племенных стад сельскохозяйственных животных.

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. Например, обследования химического состава кормовых растений в разных зонах Беларуси выявили повсеместный дефицит йода, селена, а на торфяниках – и меди.

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

Для развития зоотехнической науки важное значение имеет *опыт передовиков животноводства*. Благодаря своей наблюдательности, мастерству, трудолюбию они достигают высоких показателей продуктивности животных. Задача зооинженера – обобщить этот опыт, сделать достоянием всех животноводов.

Логический метод состоит в обобщении имеющихся фактов, приобретенных всеми другими методами исследования с целью получения новых выводов или построения новых гипотез.

Следовательно, цель исследователя – получить факты, которые, как считал академик И. П. Павлов, являются воздухом ученого.

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 мнению академика И. П. Павлова, наблюдение собирает то, что ему предлагает природа, опыт же берет у природы то, что он хочет. 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 заместителях (обезьянах, белых мышках, крысах и т. д.).

Многие ученые отмечали исключительную роль опыта в развитии науки. Немецкий химик Юстус Либих писал: «Источник всякой науки есть опыт. Всякий опыт есть мысль, которая с его помощью становится доступною для чувств». А первый российский ученый-естествоиспытатель М. В. Ломоносов утверждал: «Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рожденных только воображением».

Говоря о значении опытов в зоотехнии, Д. А. Кисловский указывал, что зоотехник не должен забывать, что вся зоотехническая практика является громадным коллективным экспериментом по направленному изменению одомашненных животных в нужном для человека направлении. Правильный методический анализ этого материала должен во многом помочь и при постановке дальнейших экспериментов.

Особенность зоотехнических опытов заключается 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.

Хозяйственно-полезные признаки подразделяют на качественные и количественные. К качественным признакам относят пол (мужской и женский), окраску оперения и шерстного покрова, тип телосложения и др. Многие качественные признаки имеют два альтернативных состояния, например, мужской или женский пол, здоровье или болезнь,

некоторые – 3–5 состояний, например, типы конституции, типы движения лошади.

Количественные признаки, а их большинство, могут быть измерены и выражены в различных единицах: килограммах, сантиметрах, процентах и т. п. К ним относят удои, живую массу, содержание белка и жира в молоке, яйценоскость, биохимические показатели крови и др.

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

Научно-хозяйственные опыты служат для изучения влияния 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 животных, 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.

М. В. Забелиной в кратком курсе лекций «Методы исследований в частной зоотехнии» (2014) для аспирантов 2-го курса направления подготовки 36.06.01 Ветеринария и зоотехния указаны следующие книги:

- Викторов П. И. Методика опытного дела в животноводстве: учеб. пособие для слушателей ФПК. Краснодар, СХИ, 1997.

- Коробов А. П., Сивохина Л. А., Кутузов Ю. И. Методические указания и рабочая тетрадь по курсу «Методика опытного дела в животноводстве». Саратов, 2008.

- Антонова В. С., Топурия Г. М., Косилов В. И. Методология научных исследований в животноводстве: учеб. пособие. – Оренбург: ОГАУ, 2011.

- Овсянников И. И. Основы опытного дела в животноводстве. Москва: Колос, 2001.

Научные исследования в области зоотехнии в конце XIX – начале XX в. во всем мире велись по общим правилам постановки научных экспериментов и статистической обработки полученных данных.

«Раскол» в постановке опытов, а главное в использовании статистических методов при оценке полученных результатов произошел в конце 40-х гг. XX ст.

Полвека назад Американским обществом ученых-животноводов была переиздана монография 1959 г. [*Techniques and procedures in animal science research. – New York, Amer. Soc. of Anim. Sci., 1969. – 592 p.*], которая представляет собой методическое пособие по планированию, проведению и анализу результатов научных исследований в области животноводства. Особое внимание в книге уделяется методам генетических исследований количественных признаков, исследованию физиологии размножения сельскохозяйственных животных, планированию сравнительных опытов по кормлению, определению питательной ценности кормов и эффективности их использования, применению радиоактивных изотопов в исследованиях, изучению качества мяса.

В конце 70-х гг. прошлого столетия книга Американского общества ученых-животноводов была переведена на русский язык и издана небольшим тиражом. В частности, в книге имеются следующие разделы, написанные разными авторами, и предметный указатель:

- Планирование зоотехнических опытов и анализ их результатов (Ч. Хендерсон);

- Методы научных исследований по генетике количественных признаков у животных (Г. Дикерсон);

- Методы изучения физиологии воспроизведения у самцов (Р. Фут);

- Методы изучения физиологии воспроизведения у самок домашних млекопитающих (Л. Андерсон);

- Планирование сравнительных опытов по кормлению (Э. Крэмpton);

- Характеристика кормов и методы определения их питательной ценности (*Л. Харрис, Э. Крэмpton, Дж. Аспланд*);
- Эффективность использования корма (*Дж. Мейер, У. Гаррет*);
- Методы изучения рубца *in vitro* и *in vivo* (*Р. Джонсон*);
- Радиоизотопы в научных исследованиях по животноводству (*Дж. Дэвис*);
- Методы прижизненной оценки морфологического состава мясных животных (*Дж. Стоуффер*);
- Методы изучения качества мяса (*Р. Брей, Э. Бриски, Р. Кассенс, Р. Кауфман*).

Термин «статистика» имеет три значения:

- научная дисциплина, изучающая количественные показатели развития общества и производства.
- количественный учет массовых случаев, явлений чего-либо.
- научный метод количественных исследований, применяемый в ряде наук.

Ежегодно Совет Министров Республики Беларусь в соответствии с пунктом 2 статьи 14 Закона Республики Беларусь от 28 ноября 2004 г. «О государственной статистике» утверждает программу статистических работ на предстоящий календарный год. Программа статистических работ разрабатывается в целях обеспечения своевременного представления Президенту Республики Беларусь, Национальному собранию Республики Беларусь, Совету Министров Республики Беларусь, другим государственным органам актуальной, своевременной и объективной официальной статистической информации.

Программа статистических работ представляет собой перечень государственных статистических наблюдений и официальной статистической информации, формируемой органами государственной статистики и государственными организациями, уполномоченными на ведение государственной статистики, и предусматривает информационное обеспечение выполнения прогнозов социально-экономического развития Республики Беларусь, нормативных правовых актов Президента Республики Беларусь, законов Республики Беларусь, постановлений Правительства Республики Беларусь, а также обеспечение информационных потребностей в официальной статистической информации субъектов хозяйствования, средств массовой информации, научных учреждений, межгосударственных органов, международных организаций, статистических органов иностранных государств, физических лиц.

Официальная статистическая информация формируется путем обработки первичных статистических данных, собранных по формам государственных статистических наблюдений, и (или) административных данных (далее – данные) в соответствии с официальной статистической методологией.

Официальная статистическая информация распространяется и (или) представляется пользователям путем публикации в статистических изданиях (буклет, доклад, статистический сборник, статистический справочник, статистический бюллетень, экспресс-информация) и средствах массовой информации, размещения на официальных сайтах органов государственной статистики и государственных организаций, уполномоченных на ведение государственной статистики, в глобальной компьютерной сети Интернет и другими способами.

Согласно Перечню государственных статистических наблюдений, вопросы статистического учета по животноводству регламентируются следующими формами статистического учета:

<i>По сельскому хозяйству</i>		
Месячная	Отчет о состоянии животноводства	12-сх (животноводство)
	Отчет о закупках крупного рогатого скота и молока у физических лиц и расчетах за принятую продукцию	12-сх (расчеты)
	Дневник учета продукции животноводства и расхода кормов	12-сх (дх-животноводство)
Квартальная	Отчет об улове и реализации рыбы	4-сх (рыба)
Годовая	Отчет о наличии и движении скота и птицы, ресурсах животного сырья	1-сх (животноводство)
	Отчет о состоянии пушного звероводства	1-сх (звероводство)
	Отчет о производстве продукции животноводства и численности скота и птицы	1-сх (фермер)
	Отчет о реализации сельскохозяйственной продукции	1-сх (реализация)

	Отчет о площади земельных участков, наличии основных видов скота и птицы в личных подсобных хозяйствах граждан	1-сх (сельсовет)
	<i>По промышленности</i>	
Годовая	Отчет о переработке скота и птицы, производстве, отгрузке и запасах мясной продукции и кожевенного сырья	1-п (мясо)

Биологическая статистика (биостатистика) как область знания опирается на такие науки, как:

- математическая статистика – наука, изучающая методы сбора и обработки числовых данных для повышения эффективности их интерпретации (разработка выборочного метода; вероятностная оценка состоятельности статистических гипотез);

- теория вероятностей – наука, изучающая поведение случайных величин и свойства массовых событий.

Возникновению биометрии способствовало два основных фактора:

- ограничение круга объектов собственно по биологической принадлежности;

- заметная пластичность морфофункциональных показателей биосистем разного уровня.

Биостатистика – это методология анализа количественных материалов в биологии, система знаний о правилах планирования и анализа результатов натуральных и экспериментальных исследований биологических объектов.

Объекты биостатистики	Морфологические и функциональные признаки Межгрупповая и внутригрупповая изменчивость Гетерогенность надорганизменных биосистем
Предмет биостатистики	Вариация биологических признаков
Задачи биостатистики	1. Количественное описание биологических явлений с помощью описательных статистик 2. Доказательство различий аналогичных описаний с помощью статистических критериев 3. Сжатие информации

Приведем хронологический список ученых, внесших основной вклад в развитие теории вероятностей, математической статистики, в том числе биостатистики.

ФИО ученого (годы жизни)	Профессия	Вклад в научное направление
I. Становление теории вероятностей		
Fra Luca Bartolomeo de Pacioli (1445–1517)	Математик	Сумма знаний по арифметике, геометрии, отношениям и пропорциональности
Girolamo Cardano (1501–1576)	Математик	Теория вероятностей в приложении к азартным играм
Niccolò Fontana Tartaglia (1499–1557)	Математик	Практическая механика, баллистика, топография, Открыл алгоритм решения кубических уравнений
Pierre de Fermat (1601–1665)	Математик	Один из создателей аналитической геометрии и теории чисел, автор работ в области теории вероятностей, оптики, исчисления бесконечно малых величин
Blaise Pascal (1623–1662)	Физик, литератор и философ	Основатель проективной геометрии и теории вероятностей. Подтвердил предположение Торичелли о существовании атмосферного давления
Christiaan Huygens (1629–1695)	Математик	Первое изложение начал теории вероятностей, ввел фундаментальное понятие «математическое ожидание»
Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646–1716)	Математик	Один из создателей математического анализа, дифференциального и интегрального исчисления, комбинаторики и математической логики.
Jakob Bernoulli (1654–1705)	Математик	Достижения в теории рядов, дифференциальном исчислении и теории чисел. Доказал теорему Бернулли – частный случай «Закона больших чисел».

		Обосновал роль теории вероятностей в практической деятельности
Pierre-Simon Laplace (1749–1827)	Математик, астроном	Развил математический фундамент теории вероятностей, дискретные случайные величины, привел доказательство предельных теорем Муавра – Лапласа и Бернулли, развил теорию ошибок
Johann Carl Friedrich Gauss (1777–1855)	Математик, механик, физик, астроном, геодезист	Построил неевклидову геометрию, разработал метод наименьших квадратов, открыл нормальный закон распределения
Siméon-Denis Poisson (1781–1840)	Математик, физик, механик	В теории вероятностей известен работами по распределению редких событий
Пафнутий Львович Чебышёв (1821–1894)	Математик	В теории вероятностей: создание метода моментов; доказательство закона больших чисел; широкое обобщение теоремы Бернулли
II. Становление математической статистики		
John Graunt (1620–1674)	Математик	Работы в социальной статистике и демографии, первый эксперт по эпидемиологии, составил таблицу смертности
William Petty (1623–1687)	Математик	Основал школу политических арифметиков. Создал основы экономической и демографической статистики
Moivre Abraham (1667–1754)	Математик	Известен работами по теории случайностей. Первым вывел функцию нормального распределения как аппроксимацию биномиального закона. В теории вероятностей доказал простейший случай так называемой предельной теоремы.

		Первым связал достижения теории вероятностей и математической статистики
Gottfried Achenwall (1719–1772)	Философ, историк, экономист, юрист, педагог	Один из основоположников статистики
III. Создание методологии биологической статистики		
Santorio Santorio (1561–1636)	Врач, физиолог, анатом, ятрофизик	Одним из первых применил экспериментальный метод исследования и математическую обработку данных. Представитель ятрофизики – явления жизни здорового и больного организма сводятся к законам физики (механики)
Galileo Galilei (1564–1642)	Физик, механик, астроном, философ, математик	Первые работы по теории ошибок
Borelli Giovanni Alfonso (1608–1679)	Физиолог, математик	Работы в области физики, астрономии и физиологии. Разрабатывал вопросы анатомии и физиологии с позиций математики и механики. Впервые истолковал движение сердца как мышечное сокращение
Lambert Adolphe Jacques Quételet (1796–1874)	Математик, статистик	Основоположник учения о средних величинах, объединил теорию и практические методы статистики и применил ее для решения проблем биологии, медицины и социологии
Francis Galton (1822–1911)	Психолог, антрополог	Один из создателей биометрии, дифференциальной психологии, евгеники. Заложил основы регрессионного анализа
Thomas Henry Huxley (1825–1895)	Зоолог, популяризатор науки	Биометрия – жернов, «...который всякую засыпку смелет, но ценность помола определяется исключительно ценностью засыпанного...». Защитник эволюционной теории Чарлза Дарвина

IV. Создание общей теории проверки статистических гипотез		
Francis Galton (1822–1911)	Математик, статистик	Опубликовал ряд оригинальных работ по генетике и антропологии, разработал методы корреляции и регрессии. Первым применил статистические методы к решению проблемы наследственности и изменчивости организмов
Karl Pearson (1857–1936)	Математик, статистик	Развил учение о разных типах кривых распределения, разработал критерий χ^2 , ввел в биометрию такие показатели, как стандартное отклонение, коэффициент вариации, усовершенствовал методы изучения корреляции и регрессии, Один из организаторов журнала «Биометрика»
Walter Frank Raphael Weldon (1860–1906)	Эволюционист, зоолог, биометрик	Внес большой вклад во внедрение статистических методов в зоологические исследования. Организатор журнала «Биометрика»
William Sealy Gosset (1876–1937)	Математик, статистик	Один из основоположников теории статистических оценок и проверки гипотез. Нашел распределение отношения двух независимых случайных величин (распределение Стьюдента). Теоретически обосновал возможность использования малых выборок
Ronald Aylmer Fisher (1890–1962)	Математик, статистик	Заложил основы многомерной статистики, дисперсионного анализа, дискриминационного анализа, метода главных компонент
Jerzy Neyman (1894–1981)	Математик, статистик	Основные работы посвящены статистике и теории вероятностей.

		Развивал методологию принятия решений в условиях неопределенности, которая нашла применение в астрономии, физике, биологии, медицине, т. е. везде, где необходимо снижать частоту ошибок
V. Развитие общей теории проверки статистических гипотез		
Борис Сергеевич Ястремский (1877–1962)	Математик, статистик	Автор научных работ теоретического и прикладного характера в области математической статистики, теории статистики, сельскохозяйственной статистики и демографии
Сергей Натанович Бернштейн (1880–1968)	Математик	Основные труды по теории функций и теории вероятностей, теории слабозависимых величин, применение вероятностных методов в статистике
Евгений Евгеньевич Слуцкий (1880–1948)	Математик	Создатель теории случайных функций, родоначальник праксеологии. Известны работы по эконометрике: в теории поведения потребителей и анализе временных рядов
Александр Яковлевич Хинчин (1894–1959)	Математик	Основные достижения по теории функций действительного переменного, теории чисел, теории вероятностей, статистической физике
Abraham Wald (1902–1950)	Математик	Уточнил формулировки проблем математической статистики и доказательства ее теорем. Доказал теоремы существования единственности решений систем уравнений для различных типов экономических систем. Развил теорию выборочного контроля, построил теорию последовательного статистического анализа

VI. Создание непараметрической статистики		
Всеволод Иванович Романовский (1879–1954)	Математик	Известен работами по кривым распределения, теории корреляции, теории выборок, временным рядам, теории ассоциации, теории ошибок, закону больших чисел, общей теории статистических оценок
Сергей Сергеевич Четвериков (1880–1959)	Эволюционист, генетик	Основной труд «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики» (1926) лег в основу синтетической теории эволюции
Юрий Александрович Филипченко (1882–1930)	Эволюционист, генетик	Основатель Ленинградской школы биометров, один из основоположников генетики в России (первый в России курс генетики и создание в 1919 г. кафедры генетики)
Николай Васильевич Смирнов (1900–1966)	Эволюционист, генетик	Известен трудами по теории вероятностей и математической статистики и как популяризатор методов математической статистики. Новатор в разработке теоретических основ и методов непараметрической статистики. Работал в области популяционной генетики
Андрей Николаевич Колмогоров (1903–1987)	Математик	Основоположник современной теории вероятностей, работал в области топологии, логики, теории турбулентности, теории сложности алгоритмов. Организатор учебных программ и популяризатор биологической статистики
Александр Сергеевич Серебровский (1892–1948)	Генетик	В 1929 г. заведующий отделом по птицеводству и курсом птицеводства и птицепромышленного производства в Московском зоотехническом институте

Петр Фомич Рокицкий (1903–1977)	Биолог, генетик,	Советский и белорусский ученый в области общей биологии, генетики, биометрии и селекции животных, академик АН БССР
Николай Александрович Плохинский (1899–1987)	Зоотехник	В 1922 г., будучи студентом 2-го курса Московского зоотехнического института, сделал свой первый доклад «Метод вариационных кривых». Автор книги «Биометрия» (1962)
Calyampudi Radhakrishna Raо (1920 г. рождения)	Математик, статистик	Автор нескольких теорем, связанных со статистическими оценками параметров распределения. Сформулировал теорему Рао – Блеквелла и неравенство Крамера – Рао

Краткий список изданных работ по биометрии за последние сто лет в России:

- Леонтович А. В. Сводка по методам биометрии (1909).
Кауфман А. А. Руководство по статистическим методам (1912).
Чупрунов А. И. Очерки по теории статистики (1918).
Рокицкий П. Ф. Основы вариационной статистики для биологов (1961).
Плохинский Н. А. Биометрия (1962).
Бейли Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике (1973).
Урбах В. Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях (1975).
Терентьев П. В., Ростова Н. С. Практикум по биометрии (1977).
Глотов Н. В., Животовский Л. А., Хованов Н. В., Хромов-Борисов Н. Н. Биометрия (1982).
Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. 1-й и 2-й том. (1986).
Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике (1990).
Ивантер Э. В., Коросов А. В. Основы биометрии (1992).
Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию (1992).

Автоматизация арифметических вычислений. Арифметические вычисления до XVII в. считались прерогативой человеческого разума. Для автоматизации этой сферы в XIX–XX вв. применялись арифмометры и табуляторы.

Г. В. Лейбниц придумал идею и изобрел первый прототип арифмометра, изобретенный им в 1672 г.

По настоящему арифмометр был придуман в 1874 г. Вильгодом Однером. В. Однер был шведом, но жил в Санкт-Петербурге. Изобретение свое он запатентовал сначала в России, а потом в Германии. Производство арифмометров Однера началось в 1890 г. в Петербурге, а в 1891 г. – в Германии.

Арифмометр – устройство для выполнения арифметических действий, которым математики пользовались задолго до изобретения калькулятора. П. Л. Чебышев в 1878 г. предложил свою конструкцию этого прибора. Первая модель его арифмометра могла складывать и вычитать, вторую модель математик дополнил механизмом, позволявшим делить и умножать.

«Феликс» – самый распространенный в СССР арифмометр. Назван в честь Феликса Дзержинского. Выпускался с 1929 по 1978 г. общим тиражом несколько миллионов машин. Всего было создано более двух десятков модификаций арифмометра.

Табулятор – электромеханическая машина, предназначенная для автоматической обработки (суммирования и категоризации) числовой и буквенной информации, записанной на перфокартах, с выдачей результатов на бумажную ленту или специальные бланки.

Применялась для обработки массивов информации до того, как стали широко распространены электронно-вычислительные машины.

Первый статистический табулятор был создан американцем Германом Холлеритом с целью ускорить обработку результатов переписи населения. Датой изобретения табуляционной машины Холлерита считается 29 февраля 1888 г.

Как во времена СССР, так и в настоящее время биометрический анализ полученных первичных данных исследователи в сельскохозяйственной отрасли науки (зоотехники и агрономы) проводят с использованием калькулятора или электронных таблиц MS Excel, а до 70-х гг. XX в. проводили на арифмометрах и даже на деревянных русских счетах по методам описательной статистики, изложенным в книгах (объемом 300–500 с.) таких авторов, как П. Ф. Рокицкий, Н. А. Плохинский, Г. Ф. Лакин, П. В. Терентьев, В. Ю. Урбах и др. Эти ученые в

течение полувека расширяли и дополняли идеи биолога академика А. С. Серебровского, которые он изложил в сборнике «Статистический метод в научном исследовании» (издание «Коммунистическая академия», 1925 г.). В то же время А. С. Серебровский взял за основу своих рассуждений биологическую статистику А. В. Леоновича, изданную в 1909 г.

В век IT-технологий ученые в области зоотехнии, агрономии, ветеринарной медицины, медицины человека, биологии используют статистические пакеты электронных таблиц (MS Excel). Но в большинстве исследований в зоотехнической науке статобработка экспериментально полученных данных постсоветскими учеными велась и ведется с использованием примитивной блок-программы:

	А	В
1	MAX	=МАКС(адрес ячеек)
2	MIN	=МИН(адрес ячеек)
3	n	=СЧЁТ(адрес ячеек)
4	M	=СРЗНАЧ(адрес ячеек)
5	m	=B6/B3^0,5
6	σ	=СТАНДОТКЛОН(адрес ячеек)
7	$C_v, \%$	=(B6/B4)*100

Для биологических исследований является приемлемым выполнение правила трех сигм, так как диапазон $M \pm \sigma$ содержит 68,27 % всех случаев; $M \pm 2\sigma - 95,45 \%$; $M \pm 3\sigma - 99,73 \%$.

Вообще правило трех сигм звучит следующим образом: если случайная величина распределена нормально, то абсолютная величина ее отклонения от математического ожидания не превосходит утроенного среднего квадратического отклонения. На практике правило трех сигм применяют так: если распределение изучаемой случайной величины неизвестно, но условие, указанное в приведенном правиле, выполняется, то есть основание предполагать, что изучаемая величина распределена нормально; в противном случае она не распределена нормально. Нормальное распределение, также называемое распределением Гаусса или Гаусса – Лапласа – распределение вероятностей, которое в одномерном случае задается функцией плотности вероятности, совпадающей с функцией Гаусса.

По поводу так называемого правила трех сигм хотелось бы привести заметку о статистическом шуме. *«Ситуация была похожа на историю с обнаружением бозона Хиггса, предсказанного в 1964 году.*

За его открытие в итоге была дана Нобелевская премия. Споры разгорались, к весне число публикаций на тему новой частицы перевалило за две сотни. Кто-то полагал, что открыт более тяжелый «родственник» бозона Хиггса или вовсе его составная частица или она является гравитоном, переносчиком гравитации.

Лучше обработав массив данных и добавив к наблюдениям 2015 года данные за 2011 и 2012 годы, команда CMS в марте объявила, что их всплеск на графике распределения энергий вырос и статистическая значимость достигла 3,4 сигмы, а потом была скорректирована до 1,6 сигмы – все же весьма шаткий для каких-то выводов результат. В Atlas заявили о значимости в 3,6 сигмы, затем 2 сигмы – это означает, что вероятность того, что всплеск был случаен, так же мала, как выстроение пяти подоброщенных бусин в один ряд. Но все же она есть.

Именно поэтому достоверно значимым в статистических наблюдениях считается результат с 5 сигмами и выше».

На наш взгляд, более чем вековое использование в биологических, медицинских, ветеринарных и сельскохозяйственных научных исследованиях правила трех сигм, априори подразумевающее исключительно нормальное распределение (распределение Гаусса или Гаусса – Лапласа), привело лишь к накоплению огромного объема первичных данных, и в небольшом проценте экспериментов были выявлены действительно новые знания и неизвестные ранее закономерности.

Подтверждением высказанного тезиса может служить реальный уровень эффективности производственно-технологических процессов в сельском хозяйстве, как в период существования СССР, так и в настоящее время.

Во всем мире за более чем вековую историю экспериментов в сельскохозяйственных науках – зоотехния, агрономия – учеными и исследователями поставлены и проведены десятки и сотни тысяч, если не миллионы опытов. Но к имеющемуся «кладезю» первичных данных на постсоветском пространстве и в странах дальнего зарубежья подходили и подходят по-разному.

Ученые СССР накопившийся за это время экспериментально-эмпирический материал обрабатывали исключительно методами описательной статистики с незначительным применением регрессионного и корреляционного анализа. Поэтому выявленные закономерности оценивались лишь по критерию достоверности различий между опытными и контрольными группами, а также по уровню (силе) прямолинейной корреляции.

В то же время в странах дальнего зарубежья обработка экспериментальных данных осуществляется стандартизированными на международном уровне статистическими методами, так называемые процедуры SAS (v9.2; SAS Inst., Cary, NC). Аббревиатура SAS/STAT встречается во всех научных публикациях (в статьях, диссертациях, монографиях и т. д.) в разделе «Статистический анализ».

Программное обеспечение SAS/STAT предоставляет компьютерные статистические инструменты для широкого спектра статистических анализов, включая анализ дисперсии, анализ категориальных данных, кластерный анализ, множественное вменение, многомерный анализ, непараметрический анализ, мощность и расчеты размера выборки, психометрический анализ, регрессия, анализ данных обследования, анализ выживаемости, нелинейные смешанные модели, обобщенные линейные модели, анализ соответствия и надежность регрессии и др. В общей сложности – более сотни комплексных процедур и огромное число компьютерных моделей.

Программное обеспечение постоянно обновляется, чтобы отразить новую методологию. К слову, если книга по SAS/STAT 9.1 (2004 г.) объемом 5136 страниц содержала 65 процедур, то SAS/STAT 14.1 (2014 г.) – соответственно 10393 страницы и более 100 процедур.

Краткие выводы по вышеизложенному.

В образовательном процессе при подготовке специалистов в области зоотехнии их необходимо знакомить с нормативными правовыми актами, регламентирующими зоотехническую и (или) зоогигиеническую деятельность.

В целях обеспечения своевременного представления Президенту Республики Беларусь, Национальному собранию Республики Беларусь, Совету Министров Республики Беларусь, другим государственным органам актуальной, своевременной и объективной официальной статистической информации в нашей стране в соответствии с Законом Республики Беларусь от 28 ноября 2004 г. «О государственной статистике» Совет Министров ежегодно утверждает программу статистических работ на предстоящий календарный год.

Постановка научно-производственных экспериментов в зоотехнии базируется на методических подходах начала прошлого века.

Далее указаны конкретные источники научной информации, в которых представлены практические решения вопросов обоснования комплексной оценки технологических решений, программного и математического описания процессов. Указываются наиболее интерес-

ные, с точки зрения авторов пособия, таблицы, компьютерные блок-программы или отдельные тезисы, а также страницы, на которых размещена данная информация.

Публикации, в которых представлены практические решения вопросов обоснования комплексной оценки технологических решений, программное и математическое описание процессов. Практический минимум.

Соляник, А. В. Программно-математическая оптимизация рациона кормления и технологии выращивания свиней : монография / А. В. Соляник, В. В. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2007. – 161 с.

С. 54–59.

3.4. Поточная система производства свинины.

С. 63–66.

3.5. Расчет технологии поточного производства свинины.

С. 77–106.

3.5.2. Программа расчета технологии.

С. 77.

Таблица 3.9. *Программа*: Исходная информация.

С. 78.

Таблица 3.10. *Программа*: Коэффициенты.

С. 78.

Таблица 3.11. *Программа*: Режим использования животных и помещений.

С. 80.

Таблица 3.12. *Программа*: Станковая площадь для животных, м²/гол.

С. 81.

Таблица 3.13. *Программа*: Комплексные коэффициенты.

С. 94–95.

Таблица 3.17. *Программа*: Т. 1. Расшифровка исходной информации

С. 95–97.

Таблица 3.18. *Программа*: Т. 2. Оборот поголовья свиней, гол.

С. 97–98.

Таблица 3.19. *Программа*: Т. 3. Производство продукции, ц.

С. 99.

Таблица 3.20. *Программа*: 1. Продолжительность содержания животных в станках с учетом ремонта и дезинфекции, дн.

С. 100.

Таблица 3.21. *Программа*: 2. Количество групп.

С. 101.

Таблица 3.22. *Программа*: 3. Количество групп с учетом ремонта и дезинфекции.

С. 101–102.

Таблица 3.23. *Программа*: 4. Количество животных в группе.

С. 102–103.

Таблица 3.24. *Программа*: 5. Потребность в местах с учетом дезинфекции и ремонта.

С. 103–104.

Таблица 3.25. *Программа*: 6. Количество кормодней.

С. 104.

Таблица 3.26. *Программа*: 7. Среднегодовое поголовье.

С. 105.

Таблица 3.27. *Программа*: 8. Площадь (станковая) мест, занимаемая животными, м².

С. 106.

Рис. 3.9. Интерфейс программы расчета поточной технологии производства свинины

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:D322	322	D1:D67	67

Расчет D68:D322, в т. ч. «Оборот стада» D110:E170.

Блок-программа расчета кормодней и привеса (диапазон ячеек A1:H36).

С. 143–144.

Блок «Приход»

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A10:H22	12		

Блок «Расход»

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A25:H36	11		

Блок «Расчет»

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A3:F8			

Соляник, А. В. Гигиена свиней: видосоответствующие, научно-технологические и нормативно-правовые аспекты : монография : в 2 ч. / А. В. Соляник, В. В. Соляник, А. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2014. – Ч. 1. – 357 с.

С. 72.

Таблица 1.1. Блок-программа расчета прироста мясности откормочного молодняка свиней

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B5	5	B1:B4	4

Таблица 1.2. Блок-программа расчета уровней генотипов свиней по приросту мясности

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B10	10	B1:B6	6

С. 74.

Блок-программа распределения тепловыделений у свиней в зависимости от температуры окружающей среды при относительной влажности воздуха 50 %

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	B1	1

С. 81.

Таблица 1.3. Блок-программа примерного расчета технологических параметров свиноводческого здания

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B26	26	B1:B12	12

Соляник, А. В. Доказательная гигиена: производство, переработка и потребление свинины : монография : в 4 ч. / А. В. Соляник, В. В. Соляник, С. В. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2016. – Ч. 1. – 382 с.

С. 253.

Таблица 1.7. Экспресс-метод определения прибыльности органического земледелия и животноводства в сравнении с интенсивным и сверхинтенсивным производством

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:N10	10	B2:G4	10

С. 352.

Таблица 1.14. Блок-программа расчета потерь в весе при забое сви-ней (20–150 кг) мясо-сального направления откорма

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C16	16	B1	1

С. 355.

Таблица 1.16. Блок-программа расчета изменения веса нутряного сала, жира на кишках и шпика в хребтовой части в зависимости от веса туши (30–120 кг) свиней мясо-сального направления откорма

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B4	4	B1	1

С. 356.

Таблица 1.17. Блок-программа расчета средней толщины слоя шпи-га при различном весе туши (60–72 кг) и длине туловища (84–100 см) свиней мясо-сального направления откорма

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

Соляник, А. В. Доказательная гигиена: производство, переработка и потребление свинины : монография : в 4 ч. / А. В. Соляник, В. В. Соляник, С. В. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2016. – Ч. 2. – 382 с.

С. 29.

Таблица 2.2. Блок-программа расчета содержания сала в теле сви-ней, кг

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной ин-формации	Количество вво-димых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 30.

Таблица 2.3. Блок-программа расчета изменения мясной продуктивности свиней в процессе их роста

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B10	10	B1	1

С. 58.

Таблица 2.5. Блок-программа расчета содержания мяса в туше в зависимости от мощности скотобойни

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B8	10	B1:B4	4

С. 142.

Блок-программа расчета толщины шпика над конкретным позвонком (грудным, поясничным, крестцовым)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C5	5	B1	1

Блок-программа расчета изменения мясной продуктивности свиней в процессе их роста от 10–130 кг

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B10	10	B1	1

С. 143.

Расчет количества разных отрубов свинины в тушах с различной толщиной хребтового сала (туша 68 кг, живая свинья 100 кг) производится по блок-программе в MS Excel:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B7	7	B1	1

Расчет содержания воды, протеина, жира, золы в теле свиней живой массой 20–160 кг производится по блок-программе в MS Excel:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B5	5	B1	1

С. 156.

Среднесуточный прирост животного от 84- до 154-дневного возраста определяется у ремонтных хрячков и вычисляется по блок-программе в MS Excel:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

Среднесуточный прирост живой массы до достижения живой массы 95–105 кг вычисляются по блок-программе в MS Excel:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 157.

Определение показателей продуктивности потомков проводится в условиях контрольного откорма и используется для оценки племенных свиней по качеству потомства. Среднесуточный прирост за контрольный период с точностью до 1 г вычисляются по блок-программе в MS Excel:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B5	5	B1:B4	4

Затраты корма на 1 кг прироста живой массы за контрольный период в килограммах сухого корма вычисляют по блок-программе в MS Excel:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 158.

Пересчет толщины шпика на живую массу 100 кг, расчет прижизненного содержания постного мяса, пересчет высоты длиннейшей мышцы спины на живую массу 100 кг, расчет содержания мяса в туше с учетом толщины шпика и высоты длиннейшей мышцы спины осуществляются с помощью блок-программы в MS Excel:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B9	3	B1:B4	4

С. 167.

Блок-программа в MS Excel расчета убойных показателей свиней крупной белой породы разной массы при убое (85–150 кг)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B18	18	B1	1

С. 184.

Блок-программа расчета количества мышечной ткани в зависимости от убойного выхода и процента содержания мяса в тушах убойных подвинков, кг

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

Блок-программа расчета среднесуточного прироста мясной ткани с учетом убойного выхода и выхода постного мяса при абсолютных среднесуточных приростах 600–1000 г

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B4	4	B1:B3	3

Блок-программа расчета затрат корма на образование мышечной ткани при различных убойном выходе и проценте содержания мяса в убойных тушах (3,2 корм. ед.)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 185.

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B4	4	B1:B3	3

С. 288–292.

В Дании, стране с развитым свиноводством, существуют специализированные производства:

А. Традиционные датские свиньи (породы Ландрас (Л); Йоркшир (Й); Дюрок (Д); Гемпшир (Г));

В. Антониус «Счастливая свинья Виталлиус»;

С. Свиньи на пастбище (Фриландз Грис);

Д. Органические свиньи;

Е. Органические свиньи на пастбище (Фриландз Грис А/С);

Ф. Производство для Великобритании;

К специализированным свиноводческим производствам предъявляются законодательно установленные требования.

С. 339.

Ритм производства определяется по формуле и зависит от мощности предприятия и величины технологической группы свиноматок в

период подсоса. В частности, можно представить блок-программу расчета ритма производства (MS Excel):

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B5	5	B1:B4	4

С. 379.

Рис. 2.2. Принципиальная схема СВ-технологии.

Соляник, А. В. Доказательная гигиена: производство, переработка и потребление свинины : монография : в 4 ч. / А. В. Соляник, В. В. Соляник, С. В. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2016. – Ч. 3. – 392 с.

С. 12.

Таблица 3.1. Блок-программа определения содержания мяса в туше

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	B1:B4	4

С. 116.

Блок-программа расчета объема выручки от реализации животного, у. е.

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B7	7	B1:B4	4

С. 128.

Рис. 3.3. Управление рисками в первичном производстве.

С. 135.

Рис. 3.4. Управление рисками на бойне.

С. 144.

Таблица 3.6. Влияние отдельных параметров на различные свойства мяса

Параметры	Свойства							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Племенная работа		X		X	X			
Скрещивание		X	X		X		X	
Корма		X				X	X	X
Время поставки	X							
Отгрузка / содержание / оглушение				X	X			
Убой								X
Охлаждение, непрерывность процесса охлаждения, замораживание					X		X	X
Сортировка	X	X	X					
Разделка								X
Упаковка				X			X	X

Примечание. 1. Размер. 2. Содержание мяса. 3. Межмышечный жир (ММЖ). 4. Цвет, вид. 5. Потери от капания (PSE/DFD). 6. Вкус и запах. 7. Мягкость. 8. Годность.

С. 164.

Таблица 4.2. Блок-программа расчета изменения параметров отчетного периода к базовому

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B5	5	B1:B2	2

С. 178.

Таблица 4.4. Блок-программа расчета эффективности одного и двух опоросов на свиноматку

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C11	11	B1:C6	12

С. 237.

Таблица 4.7. Блок-программа расчета экономических показателей свиноводческого комплекса

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B27	27	B1:B10	10

С. 269.

Таблица 4.9. Блок-программа расчета влияния живой массы свиней и направления их продуктивности на толщину шпика и диаметр мышечных волокон

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B4	4	B1:B2	2

С. 270.

Таблица 4.10. Блок-программа расчета толщины шпика и диаметра мышечных волокон у мясных и мясо-сальных свиней

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	B1:B2	2

С. 291.

Таблица 4.11. Блок-программа расчета распределения затрат и выручки в цепочке производство – переработка – торговля

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B8	8	B2:C6	8

С. 303.

Таблица 4.12. Блок-программа моделирования объема прибыли мясокомбината в зависимости от выхода мяса в туше

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B8	8	B1:B6	6

С. 306.

Блок-программа расчета себестоимости бескостного мяса в зависимости от содержания мышечной ткани в туше и закупочной цены на живой скот

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B2	2

С. 379.

Таблица 4.15. Блок-программа расчета выручки от реализации свиней в зависимости от их живой массы и закупочной цены за категорию свинины

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B12	12	B1:B8	8

С. 385–389.

Таблица 4.16. Блок-программа расчета получаемой выручки каждого из звена в цепочке производство – переработка – торговля

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B62	62	B1:B26	26

Соляник, А. В. Доказательная гигиена: производство, переработка и потребление свинины : монография : в 4 ч. / А. В. Соляник, В. В. Соляник, С. В. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2016. – Ч. 4. – 318 с.

С. 248.

Приложение 5.

Разделка свиной туши.

С. 249.

Разделка свинины.

С. 250.

Польский вариант разделки свиной туши.

С. 251.

Что важно знать при разделке свиной туши.

С. 254.

Свинина для розничной торговли в Дании.

С. 255.

Приложение 6.

Необходимый перечень выполняемых работ свином-оператором по обслуживанию различных половозрастных групп свиней для расчета нормы обслуживания.

С. 266.

Блок-программа расчета нормы обслуживания, гол.

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B5	5	B1:B4	4

С. 267–269.

Приложение 7.

Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД).

Коды ТН ВЭД Беларуси приведены в качестве справочника и не являются официальными.

Соляник, В. В. Технологическая информация как источник экономико-зоотехнического анализа эффективности работы свиноводческого предприятия / В. В. Соляник // Уч. зап. УО ВГАВМ : науч.-практ. жур. – Витебск, 2010. – Т. 46, вып. 1, ч. 2 (январь – июнь). – С. 80–84.

Таблица 1. Производственная площадь свиноводческих предприятий Республики Беларусь, м².

Таблица 2. Технологические параметры работы свиноводческих комплексов.

Таблица 3. Расчетные параметры среднесуточного прироста и выбытия свиней.

Соляник, В. В. Тест-программа экономико-технологического моделирования эффективности функционирования свиноводческого предприятия / В. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2010. – Т. 45. – С. 285–293.

Таблица 1. Блок-программа расчета затрат на заработную плату

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:F6	6	A1:B4	4

Таблица 2. Необходимый объем производства продукции с учетом заработной платы в ее себестоимости (без учета выплат по кредитам, ссудам и др.), млн. у. е. / год

Таблица 3. Блок-программа расчета затрат на корма

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:H33	33	G1:G3	3

Таблица 4. Затраты на комбикорма в выручке от реализации, %

Таблица 5. Блок-программа расчета обобщенных затрат и оценки эффективности производства свинины

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B25	25	B1:B8	8

Соляник, В. В. Автоматизированный учет движения поголовья, расчет прибыли и особенности продукции, производимой товарными свиноводческими предприятиями / В. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2011. – Т. 46, ч. 2. – С. 315–327.

Таблица 1 – Блок-программа «Приход»

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A3:F8	8	B1:B10	10
A10:H42			
A44:H76			

Таблица 2 – Блок-программа «Расход».

Таблица 3 – Блок-программа «Расчет».

Таблица 4 – Исходная информация в программу «Приход».

Таблица 5 – Исходная информация в программу «Расход».

Таблица 6 – Исходная информация и анализ в программе «Расчет».

Таблица 7 – Программа расчета изменения объема прибыли от колебания себестоимости, объема производства, а также стоимости приобретения и освоения выходной научной продукции

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B4	4	B1:B3	3

Соляник, В. В. Эколого-зоогигиеническая оптимизированная и сбалансированная технология выращивания свиней / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Современные тенденции и технологические инновации в свиноводстве : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф. (Горки, 4–6 окт. 2012 г.). – Горки : БГСХА, 2012. – С. 344–351.

Таблица 1. Производственные показатели по отраслям специализации животноводства за 2009 г.

Таблица 2. Общая площадь сельскохозяйственных угодий и показатели производства молока по группам специализации.

Таблица 3 Финансовые обязательства сельхозпредприятий.

Таблица 4. Основные оценочные показатели предприятий.

Соляник, В. В. Моделирование производственных трендов работы свиноводческих комплексов Республики Беларусь / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки, 2012. – Вып. 15, ч. 1. – С. 327–336.

В первом варианте использования программного продукта была проведена оценка всего массива свиноккомплексов, без индивидуализации каждого предприятия. В итоге нами получена следующая функция $= - 45079,282 + 5963,4223 * \text{LN}(B1) - 175,06211 * \text{LN}(C1) + 167,752 * (\text{LN}(C1))^2 - 81,073738 * (\text{LN}(C1))^3 + 18,059947 * (\text{LN}(C1))^4 - 1,5114808 * (\text{LN}(C1))^5$, где $B1$ – порядковый номер календарного года, $C1$ – номер места, занимаемого свиноводческим комплексом в рейтинге годовых итогов их работы.

Во втором варианте проведен индивидуальный анализ трендов работы каждого свиноводческого комплекса, входящего в рейтинг, исходя из предыдущей трехлетней динамики производственных процессов, и с помощью линейной функции от одной переменной осуществлен прогноз их развития.

Таблица. Расчетные итоги работы комплексов по выращиванию и откорму свиней за 2015 г.

Учитывая установленные тренды изменения привеса живой массы на среднегодовую голову (аппроксимирующая кривая имеет $R^2 = 0,978$, линейная функция $R^2 = 1$), с высокой степенью достоверности можно утверждать, что в 2015 г. на вышеуказанных свиноводческих комплексах будет получено 392,4–395,9 тыс. тонн валового привеса при среднем уровне прироста на среднегодовую голову 156,4–165,7 кг.

Соляник, В. В. Технологический скрининг свиноводческих предприятий / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Сб. науч. тр. Винниц. нац. аграр. ун-та. – Винница, 2013. – Вып. 3 (73). – С. 118–128.

Авторами пособия произведен регрессионный анализ параметра «Прирост живой массы на 1 среднюю голову, кг» (Y) от среднего поголовья с начала года, гол.; прироста живой массы, т; среднесуточного привеса, г; расхода кормов на 1 ц привеса, ц. к. ед.

Получена следующая функция регрессии: $Y = 84,46036 - 0,0023 * X_1 + 0,015359 * X_2 + 0,176481 * X_3 - 7,53637 * X_4$ ($R^2 = 0,78$), где Y – прирост живой массы на 1 среднюю голову, кг; X_1 – среднее поголовье с начала года, гол.; X_2 – прирост живой массы, т; X_3 – среднесуточный привес, г; X_4 – расход кормов на 1 ц привеса, ц. к. ед.

Рис. 1. Фактический и расчетный прирост живой массы на среднегодовую голову в зависимости от места, занимаемого свиноводческим комплексом в рейтинге.

Таблица 1. Группы свиноводческих комплексов по количеству получаемого прироста живой массы свиней.

Таблица 2. Размах колебаний отдельных параметров свиноводческих комплексов различной мощности.

Таблица 3. Уровень эффективности производства свинины на свиноводческих комплексах различной мощности.

Таблица 4. Блок-программа расчета зоотехнических параметров.

Таблица 5. Взаимосвязь между среднесуточным привесом и приростом живой массы на 1 среднюю голову.

Таблица 6. Взаимосвязь между затратами кормов с полученным среднесуточным привесом и приростом живой массы на 1 среднюю голову.

Таблица 7. Блок-программа расчета среднесуточных приростов свиней

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B18	18	B1:B7	7

Соляник, В. В. Внедрение ГОСТ Р 53221-2008 – это умышленное снижение прибыльности свиноводства / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Уч. зап. УО ВГАВМ : науч.-практ. жур. – 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 2 (январь – июнь). – С. 182–185.

Таблица 1. Динамика экономической эффективности производства свиней различного направления продуктивности.

Соляник, В. В. О перспективности диверсификации животноводческих зданий для содержания различных видов животных / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Научное обеспечение инновационного развития животноводства : сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. (24–25 сент. 2013 г.). – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2013. – С. 455–457.

Нельзя относиться к технологии содержания свиней на комплексе или ферме по-разному.

Соляник, В. В. Методология прогнозирования уровня продуктивности свиней в зависимости от влияния основных микроклиматических факторов / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Бела-

руси : сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2013. – Т. 48, ч. 2. – С. 245–253.

Таблица 1. Матрица определения зоотехнических показателей продуктивности свиней, в зависимости от влияния основных показателя микроклимата помещений.

Таблица 2. Уровень среднесуточного прироста свиней в зависимости от соответствия микроклиматических показателей зооигиеническим нормам комфорта.

Соляник, В. В. *Технологический расчет оборота стада и надлежащее выполнение еженедельного рабочего графика – это производственная основа функционирования свиноводческого предприятия* / В. В. Соляник, А. В. Соляник, С. В. Соляник // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2014. – Вып. 17, ч. 1. – С. 318–328.*

Таблица 8. Блок-программа расчета ритма производства свиноводческого комплекса

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B5	5	B1:B4	4

Соляник, В. В. *Особенности видосоответствующей технологии в свиноводстве* / В. В. Соляник, С. В. Соляник // *Органическое производство и продовольственная безопасность. – Житомир: Изд-во «Полесье», 2014. – С. 184–189.*

Предлагаемая технология предусматривает крупногрупповое содержание свиней почти всех половозрастных групп и имеет следующие особенности:

Половозрастная группа	Содержание
1. Хряки-производители	Индивидуальное
2. Хряки ремонтные (пробники)	Групповое
3. Холостые свиноматки	Групповое (в секциях по 30–60 гол.)
4. Свиноматки осемененные и первые 28 дн. супоросности	Индивидуальное
5. Свиноматки супоросные 29–108 дн. супоросности	Групповое (в секциях 30–40 гол.)

6. Глубокосупоросные (108–114 дн.) и подсосные (1–22 дн.) свиноматки	Индивидуальное
7. Подсосные свиноматки (23–42 дн.) с поросятами (23–90 дн.)	Групповое (в секциях по 6–12 маток с поросятами)
8. Ремонтные свинки	Крупногрупповое (в секциях по 50–100 гол.)
9. Свины на дорашивании и откорме	Крупногрупповое (в секциях по 150–300 гол.)

Соляник, В. В. Комплексная качественная характеристика продукции животноводства / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Органическое производство и продовольственная безопасность. – Житомир : Изд-во «Полесье», 2015. – С. 491–497.

Исходя из баланса комплексной качественной характеристики продукции животноводства, в табличном процессоре MS Excel разработан экспресс-расчет ее численного значения:

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B11	11	B1:K5	5

Соляник, В. В. Математическое описание суточных изменений показателей крови свиноматок в супоросный и подсосный периоды / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Научный фактор в стратегии инновационного развития свиноводства : сб. материалов XXII Междунар. науч.-практ. конф. (9–11 сент. 2015 г.). – Гродно : ГГАУ, 2015. – С. 391–402.

Таблица 1. Основные этапы пренатального развития.

Таблица 2. Этапы пренатального развития и эмбриональные потери в течение первых 5 недель супоросности.

Таблица 3. Блок-программа определения количественных морфобиохимических показателей крови молодых свиноматок в период супоросности.

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B49	49	B1:B1	1

Таблица 4. Блок-программа определения количественных морфо-биохимических показателей крови молодых свиноматок в период лактации

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B45	45	B1:B1	1

Таблица 5. Динамика изменения морфо-биохимических показателей крови супоросных свиноматок по отношению к уровню на второй день периода.

Таблица 6. Динамика изменения морфо-биохимических показателей крови подсосных свиноматок по отношению к уровню на второй день периода.

Соляник, В. В. Компьютерная программа для расчета теплофизической и биологической комфортности условий содержания свиней / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2015. – Т. 50, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогиена, содержание. – С. 250–263.

Таблица. Блок-программа расчета теплофизической и биологической комфортности условий содержания свиней и их продуктивности

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B74	74	B1:B31	29

Соляник, В. В. Вычислительная зоотехния: моделирование затрат на проектирование и строительство свинокомплексов / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Интенсивность и конкурентоспособность отраслей животноводства : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (21–22 апреля 2016 г.). – Кокино: ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ», 2016. – С. 148–151.

Блок-программа расчета и моделирования затрат на строительство свиноводческого объекта любой производственной мощности

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B43	43	B1:B13	13

Соляник, В. В. Вычислительная зоогиена: полувековой деграционный тренд качества товарной свинины / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Органическое производство и продовольственная безопасность. – Житомир : ЖАЭУ, Издатель А. А. Евенок, 2016. – С. 265–272.

Блок-программа формирования БКП у свиней в зависимости от количества дней достижения ими живой массы 100 кг и возраста достижения 240 кг

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B3	3	B1:B1	1

Соляник, В. В. Компьютерное моделирование объемно-планировочного решения для СВ-технологии производства товарной свинины / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2016. – Т. 51, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогиена, содержание. – С. 241–255.

Блок-программа для проведения расчета и моделирования затрат на строительство свиноводческого объекта любой производственной мощности

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B43	3	B1:B13	13

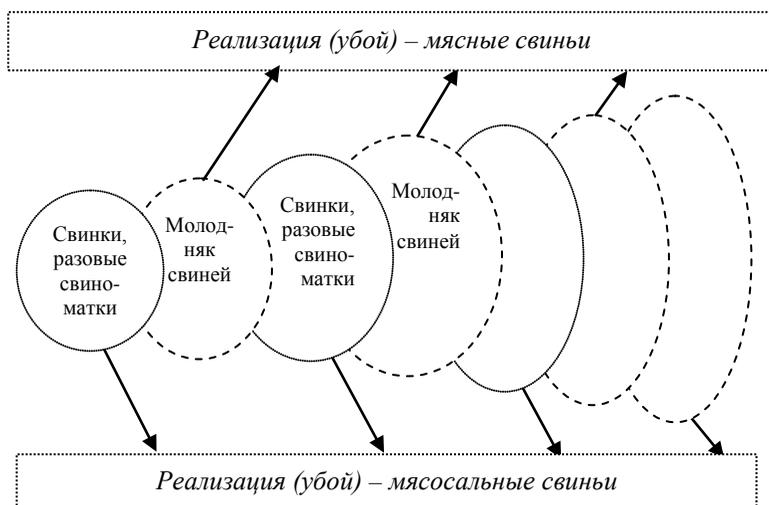


Рис. 1. Принципиальная схема СВ-технологии

Соляник, В. В. Экспресс-расчет поточной технологии производства свинины / В. В. Соляник, С. В. Соляник // *Современные тенденции развития аграрного комплекса : материалы междунар. науч.-практ. конф. – с. Соленое Займище, ФГБНУ «Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. землед.»*, 2016. – С. 1136–1148.

Блок-программа по расчету поточной технологии производства свинины, реализованной в MS Excel

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:C322	322	B1:B67	67

Соляник, С. В. Методика экспресс-контроля зоотехнической достоверности заполнения формы 311-АПК для свиноводства / С. В. Соляник, В. В. Соляник, А. В. Соляник // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки, 2017. – Вып. 20, ч. 2. – С. 36–42.*

Таблица 1 А. Блок-программа определения достоверности заполнения формы 311-АПК.

Таблица 1 В. Блок-программа определения достоверности заполнения формы 311-АПК

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:N15	15	B3:M7	50

Таблица 2 А. Пример результата расчета.

Таблица 2 В. Пример результата расчета.

Соляник, С. В. Электронный (цифровой) паспорт животноводческого объекта / С. В. Соляник, В. В. Соляник // II Междунар. науч.-практ. Интернет-конференция. – с. Солёное Займище, ФГБНУ «Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. землед.», 2017. – С. 1465–1471.

ЭТАП I. Для организации надлежащей работы специалиста в должности главного зоотехника СПК необходимо решить ряд вопросов.

ЭТАП II. Определяются конкретные мероприятия по каждому направлению.

ЭТАП III. По мере выполнения этапа I и II данной программы у главного зоотехника выработается четкий алгоритм исполнения своих трудовых обязанностей.

ЭТАП IV. Для самоконтроля ситуации в животноводстве для руководителя хозяйства и главного зоотехника достаточно знать информацию о количестве и качестве реализованной продукции за вчерашний день в сравнении с позавчерашним, а также количество денежных средств, вырученных от ее продажи и поступивших на расчетный счет предприятия.

Соляник, С. В. Методика технолого-экономической оценки эффективности производства товарных свиней различного направления продуктивности / С. В. Соляник // Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве – основа модернизации агропромышленного комплекса России : сб. науч. ст. / Ставропольский гос. аграр. ун-т. – Ставрополь, 2017. – С. 198–206.

Таблица 1. Блок-программа расчета изменения мясной продуктивности свиней в процессе их роста от 10–130, кг

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B10	10	B1:B1	1

Таблица 2. Блок-программа расчета потерь в весе при забое свиней (20–150 кг)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B16	16	B1:B1	1

Таблица 3. Блок-программа расчета убойных показателей свиней крупной белой породы живой массы 85–150 кг при убое, кг

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B18	18	B1:B1	1

Таблица 4. Блок-программа расчета эффективности производства свинины в зависимости от направления продуктивности откормочного молодняка

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B25	25	B1:B9	9

Таблица 5. Динамика экономической эффективности производства свиней различного направления продуктивности

Соляник, В. В. Методика расчета селекционно-племенных индексов на основе визуальных 3-D моделей сельскохозяйственных животных / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXI Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно : ГТАУ, 2018. – С. 219–221.

Таблица 1. Блок-программа расчета селекционных индексов свиней

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B16	16	B1:B9	9

Соляник, С. В. Обоснованность использования в зоотехнических исследованиях выражения «влияние сезона (месяца) года на продуктивность животных» / С. В. Соляник // Сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. студ. науч. конф. – Гродно, 2018. – Изд.-полиграф. отдел УО ГГАУ. – С. 369–371.

Технологическая неустойчивость работы, например, белорусских свиноводческих комплексов привела к высокой вариабельности производственных показателей. Например, производство свинины на среднегодовую голову на свиноводческих комплексах составляет 160 кг, минимальное значение – ниже 100 кг, максимальное – более 230 кг.

Присущие сезону (месяцу) года температура, влажность и иные выраженные погодные характеристики воздуха, влияющие на продуктивность животных, можно заменить более коротким выражением «сезон (месяц) года», т. е. $A (B, D, E \text{ и т. д.}) \rightarrow C = A \rightarrow C$.

Соляник, С. В. Математическая гигиена и экология животных: разработка аппроксимационных кривых для динамического моделирования механизма изменений зоотехнических и зоогигиенических параметров : материалы III Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. (28 февраля 2018 г.) / С. В. Соляник. – с. Солонное Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2018. – С. 918–927.

Таблица 1. Нормы кормления растущих откармливаемых свиней при среднесуточном приросте за весь период откорма 550–800 г.

Таблица 2. Норма потребления растущих откармливаемых свиней в сухом веществе в зависимости от живой массы (40...110 кг) и среднесуточного прироста за весь период откорма (550...800 г), кг.

Таблица 3. Среднесуточный прирост молодняка свиней на откорме в зависимости от их живой массы и планового среднесуточного прироста за период откорма, г.

Таблица 4. Норма потребления растущих откармливаемых свиней в сухом веществе (расчетный вариант) и колебание исходных и рассчитанных параметров, %.

Соляник, С. В. Автоматизация расчета сбалансированной работы центра по содержанию хряков-производителей и товарных свинок комплексов зоны обслуживания / С. В. Соляник // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2019. – № 2. – С. 8–12.

Таблица 1. Блок-программа определения ритмичности получения опоросов

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B14	14	B1:B12	12

Таблица 2. Блок-программа расчета общего выхода поросят

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B10	10	B1:B6	6

Таблица 3. Блок-программа расчета необходимого количества холостых маток и ремонтных свинок на определенный день осеменения

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B25	25	B1:B10	10

Таблица 4. Блок-программа расчета денежной выручки от реализации свиней разных категорий (I, II, III, IV категории)

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B12	12	B1:B8	8

Таблица 5. Блок-программа расчета производственной мощности Центра по селекции и генетике в свиноводстве

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B17	17	B1:B7	7

Таблица 6. Блок-программа расчета экономической эффективности откорма молодняка свиней различного генотипа

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B18	18	B1:B10	10

Таблица 7. Блок-программа расчета эффективности производства свинины в зависимости от направления продуктивности откормочного молодняка

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B25	25	B1:B9	9

Таблица 8. Блок-программа расчета окупаемости затрат на производство свинины

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B20	20	B1:B7	7

Соляник, С. В. *Математические модели описания качества спермопродукции и сохранности хряков-производителей* / С. В. Соляник // Уч. зап. УО ВГАВМ. – 2019. – Т. 55, вып. 2. – С. 177–183.

Таблица. Математические функции для построения компьютерных моделей расчета, качественных характеристик спермопродукции хряков-производителей Центра СГС.

Соляник, С. В. *Программа моделирования производственного процесса товарного свиноводческого комплекса с учетом помесных технологических трендов зоотехнических параметров* / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2019. – Т. 54. – Ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогиена, содержание. – С. 230–239.

Таблица 1. Блок-программа расчета технологических параметров с учетом помесячных производственных трендов

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B25	25	B2; B4; B6; B8; B10; B12; B14; B16; B18; B20; B22	11

Таблица 2. Фактические (минимальные и максимальные) отклонения зоотехнических параметров от 100 % плановых, %.

Таблица 3. Отклонения численных значений от 100 %, %.

Соляник, С. В. Методика моделирования количественного уровня физико-химических показателей свинины белорусской селекции / С. В. Соляник // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – с. Солёное Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2019. – С. 636–648.

Таблица. Блок-программа расчета физико-химических показателей свинины белорусской селекции

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:W24	24	B2:W2	22

Соляник, С. В. Методика моделирования количественного уровня физико-химических показателей свинины импортной селекции / С. В. Соляник // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – с. Солёное Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2019. – С. 874–887.

Таблица. Блок-программа расчета физико-химических показателей свинины импортной селекции

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:W24	24	B2:W2	22

Соляник, С. В. Положительная и отрицательная корреляционная взаимосвязь физико-химических показателей свинины, аминокислот длиннейшей мышцы свиней белорусской и зарубежной селекции / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – с. Солёное Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2019. – С. 863–873.

Таблица 1. Направление корреляции жирных кислот хребтового жира свиней.

Таблица 2. Блок-программа расчета количества жирных кислот в свином жире, %

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:D18	18	B2:D2	3

Таблица 3. Направление корреляции между жирными кислотами подкожного сала у свинок и боровков.

Таблица 4. Блок-программа расчета состава подкожного сала у свинок и боровков, %

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B21	21	B1	1

Таблица 5. Направление корреляции физико-химических показателей хребтового жира свиней.

Таблица 6. Блок-программа расчета физико-химических показателей жира свинины

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:D9	9	B2:D2	3

Таблица 7. Коэффициенты корреляции физико-химических свойств свиного подкожного жира.

Таблица 8. Блок-программа расчета физико-химических показателей жира свинины в зависимости от направления продуктивности и суток хранения

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B6	6	B1:B2	2

Таблица 9. Результаты применения блок-программы.

Таблица 10. Направление корреляции между жирными кислотами хребтового жира свиней.

Таблица 11. Блок-программа расчета состава подкожного сала, %

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B21	21	B1	1

Таблица 12. Корреляционные тренды жирных кислот в зависимости от живой массы и среднесуточный прирост молодняка свиней в период откорма.

Соляник, С. В. Компьютерно-зоотехнический экспресс-анализ данных государственной статистики развития отраслей животноводства на основе оценки ежемесячных производственных трендов / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – с. Соленое Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2019. – С. 724–733.

Таблица 1. Блок-программа моделирования производственных трендов по отчетам Национального статистического комитета

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:F29	29	B1:B26	26

Таблица 2. Результаты расчетов.

Таблица 3. Количество реализованного крупного рогатого скота и свиней, тыс. гол.

Таблица 4. Реализация скота в живом весе по каналам сбыта за 2018 г.

Таблица 5. Корма для сельхозпредприятий Республики Беларусь на 1 января.

Соляник, С. В. Моделирование численности свиноматок в буферной группе при недельном технологическом ритме / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – с. Солонее Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2019. – С. 702–713.

Рис. Динамика прохолоста и многоплодия свиноматок.

Блок-программа моделирования производственного процесса, размера буферной группы свиноматок при недельном ритме производства

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B68	68	B1:B22	22

Соляник, С. В. Математическое описание влияния температурно-влажностных показателей воздуха на уровень среднесуточных приростов и затраты кормов при откорме молодняка свиней / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности : сб. науч. ст. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграр. ун-та, 2019. – С. 389–394.

Таблица 1. Блок-программа расчета температурно-влажностных показателей воздуха, среднесуточных приростов и затрат кормов при откорме свиней

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:F9	9	B1:F2	5

Таблица 2. Результаты влияния изменения температуры окружающего воздуха на исследуемые показатели.

Таблица 3. Результаты влияния изменения относительной влажности окружающего воздуха на исследуемые показатели.

Таблица 4. Результаты влияния изменения абсолютной влажности окружающего воздуха на исследуемые показатели.

Таблица 5. Результаты влияния изменения дефицита насыщения влагой окружающего воздуха на исследуемые показатели.

Таблица 6. Результаты влияния изменения точки росы окружающего воздуха на исследуемые показатели.

Соляник, С. В. Математические закономерности между зоогигиеническими показателями воздуха и морфолого-биохимическими показателями молодняка свиней на откорме / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности : сб. науч. ст. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграр. ун-та, 2019. – С. 395– 400.

Таблица. Блок-программа взаимозависимости показателей микроклимата и продуктивности свиней и их морфологических и биохимических параметров крови

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:H16	16	B2:H2	7

Соляник, С. В. Племенная ценность животных как индикатор надлежащего выполнения зоотехнических и зоогигиенических норм и правил / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Свиноводство : Міжвід. тематич. наук. зб. – Полтава : ТОВ «Фірма «Техсервіс», 2019. – Вип. 73. – С. 116–125.

Таблица 1. Условная структура влияния зоотехнических факторов на продуктивность животных, %.

Таблица 2. Условная структура влияния зоотехнических факторов (без селекции) на продуктивность животных, %.

Таблица 3. Блок-программа моделирования продуктивности животных

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B17	17	B1:B9	9

Таблица 4. Блок-программа моделирования количества животных входящий в диапазон 1–3 сигм

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:B5	5	B2	1

Таблица 5. Среднегодовой удой коров в зависимости от выполнения зоотехнических факторов (максимальный уровень продуктивности за прошлый год – 6 тыс. кг).

Рисунок 1. Расчет интенсивности селекции из стандартного нормального распределения.

Соляник, С. В. Зоогигиенические и зоотехнические референтные значения морфологических, биохимических, иммунологических параметров крови и уровня естественной резистентности организма свиней / С. В. Соляник, В. В. Соляник, А. В. Соляник // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. : в 2 ч. / гл. ред. М. В. Шалак. – Горки : БГСХА, 2019. – Вып. 22. – Ч. 2. – С. 248–245.

Таблица 1. Зоотехнические граничные и статистические значения показателей крови свиней.

Таблица 2. Зоогигиенические граничные и статистические значения показателей крови свиней.

Таблица 3. Зоотехнические граничные показатели крови свиней согласно модели Гаусса.

Таблица 4. Зоогигиенические граничные показатели крови свиней согласно модели Гаусса.

Соляник, С. В. Зоогиено-математическая модель расчета анатомических характеристик хряков / С. В. Соляник // *Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. материалов : в 2 кн. / XIV Междунар. науч.-практ. конф. (7–8 февр. 2019 г.). – Барнаул : РИО Алтайск. ГАУ, 2019. – Кн. 2. – С. 234–236.*

Блок-программа расчета численных значений зоогиенических величин хряков по конкретному анатомическому параметру

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:A2-A9:G17	8	B2; H2:P2	6

Соляник, С. В. Зоогиено-математическая модель расчета физических характеристик хряков / С. В. Соляник // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. материалов : в 2 кн. / XIV Междунар. науч.-практ. конф. (7–8 февр. 2019 г.). – Барнаул : РИО Алтайск. ГАУ, 2019. – Кн. 2. – С. 215–217.*

Блок-программа расчета численных значений зоогиенических величин хряков по конкретному физическому параметру

Общая характеристика компьютерной программы			
Диапазон ячеек MS Excel	Число строк	Диапазон ячеек для исходной информации	Количество вводимых параметров
A1:G8	8	B2:G2	6

Контрольные вопросы

1. Каковы способы написания в табличном процессоре MS Excel компьютерных программ для расчета и оптимизации технологии, экологии и экономики животноводческого объекта?

2. Приведите примеры блок-программ по расчету оборота стада.

3. Составьте блок-программы оптимальных по питательности и минимальных по стоимости рационов кормления животных.

4. Охарактеризуйте блок-программы влияния условий содержания животных на их продуктивность, качество продуктов животного происхождения в зависимости от направлений селекции, используемых кормов и гигиены содержания и ухода за поголовьем.

5. Дайте характеристику блок-программам экологического давления животноводческого объекта на окружающую среду, финансово-экономической эффективности развития отраслей животноводства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соляник, А. В. Гигиена свиней: видосоответствующие, научно-технологические и нормативно-правовые аспекты : в 2 ч. / А. В. Соляник, В. В. Соляник, А. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2014. – Ч. 1. – 357 с.
2. Соляник, А. В. Доказательная гигиена: производство, переработка и потребление свинины : монография : в 4 ч. / А. В. Соляник, В. В. Соляник, С. В. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2016. – Ч. 1. – 382 с.
3. Соляник, А. В. Доказательная гигиена: производство, переработка и потребление свинины : монография : в 4 ч. / А. В. Соляник, В. В. Соляник, С. В. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2016. – Ч. 2. – 382 с.
4. Соляник, А. В. Доказательная гигиена: производство, переработка и потребление свинины : монография : в 4 ч. / А. В. Соляник, В. В. Соляник, С. В. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2016. – Ч. 4. – 318 с.
5. Соляник, А. В. Зоогигиена и экология животноводства – научно-исследовательская основа зоотехнии и сельскохозяйственной отрасли науки : монография : в 5 ч. / А. В. Соляник, В. А. Соляник, А. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2017. – Ч. 1. – 244 с.
6. Соляник, А. В. Зоогигиена и экология животноводства – научно-исследовательская основа зоотехнии и сельскохозяйственной отрасли науки : монография : в 5 ч. / А. В. Соляник, В. А. Соляник, А. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2017. – Ч. 2. – 344 с.
7. Соляник, А. В. Зоогигиена и экология животноводства – научно-исследовательская основа зоотехнии и сельскохозяйственной отрасли науки : монография : в 5 ч. / А. В. Соляник, В. А. Соляник, А. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2017. – Ч. 4. – 293 с.
8. Соляник, А. В. Зоогигиенические и технологические особенности функционирования свиноводства / А. В. Соляник, В. В. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2010. – 220 с.
9. Соляник, А. В. Зоотехническая статистика в электронных таблицах / А. В. Соляник, В. В. Соляник, В. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2012. – 433 с.
10. Соляник, А. В. Общетеоретические основы использования численных методов в принятии управленческих решений в свиноводстве / А. В. Соляник, В. В. Соляник, А. А. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2013. – 412 с.
11. Соляник, А. В. Программно-математическая оптимизация рационов кормления и технологии выращивания свиней / А. В. Соляник, В. В. Соляник ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2007. – 161 с.
12. Соляник, В. В. Автоматизированный учет движения поголовья, расчет прибыли и особенности продукции, производимой товарными свиноводческими предприятиями / В. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2011. – Т. 46, ч. 2. – С. 315–327.
13. Соляник, В. В. Внедрение ГОСТ Р 53221-2008 – это умышленное снижение прибыльности свиноводства / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Уч. зап. УО ВГАВМ : науч.-практ. жур. – 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 2 (январь – июнь). – С. 182–185.
14. Соляник, В. В. Вычислительная зоогигиена: полувековой деградационный тренд качества товарной свинины / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Органическое производство и продовольственная безопасность. – Житомир : ЖАЭУ, Издатель А. А. Евенок, 2016. – С. 265–272.

15. Соляник, В. В. Вычислительная зоотехния: моделирование затрат на проектирование и строительство свинокомплексов / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Интенсивность и конкурентоспособность отраслей животноводства : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (21–22 апреля 2016 г.). – Кокино : ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ», 2016 г. – С. 148–151.
16. Соляник, В. В. Комплексная качественная характеристика продукции животноводства / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Органическое производство и продовольственная безопасность. – Житомир : Изд-во «Полесье», 2015. – С. 491–497.
17. Соляник, В. В. Компьютерная программа для расчета теплофизической и биологической комфортности условий содержания свиней / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2015. – Т. 50, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогигиена, содержание. – С. 250–263.
18. Соляник, В. В. Компьютерное моделирование объемно-планировочного решения для СВ-технологии производства товарной свинины / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2016. – Т. 51, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогигиена, содержание. – С. 241–255.
19. Соляник, В. В. Математическое описание суточных изменений показателей крови свиноматок в супоросный и подсосный периоды / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Научный фактор в стратегии инновационного развития свиноводства : сб. материалов XXII Междунар. науч.-практ. конф. (9–11 сент. 2015 г.). – Гродно : ГАУ, 2015. – С. 391–402.
20. Соляник, В. В. Методика разработки математических функций от одной и двух переменных для создания динамических моделей в области зоотехнии и зоогигиены / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2013. – Т. 48, ч. 2. – С. 232–245.
21. Соляник, В. В. Методика расчета селекционно-племенных индексов на основе визуальных 3-D моделей сельскохозяйственных животных / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXI Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно : ГАУ, 2018. – С. 219–221.
22. Соляник, В. В. Методология прогнозирования уровня продуктивности свиней в зависимости от влияния основных микроклиматических факторов / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2013. – Т. 48, ч. 2. – С. 245–253.
23. Соляник, В. В. Моделирование производственных трендов работы свиноводческих комплексов Республики Беларусь / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – Горки, 2012. – Вып. 15, ч. 1. – С. 327–336.
24. Соляник, В. В. Особенности видосоответствующей технологии в свиноводстве / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Органическое производство и продовольственная безопасность. – Житомир : Изд-во «Полесье», 2014. – С. 184–189.
25. Соляник, В. В. О перспективности диверсификации животноводческих зданий для содержания различных видов животных / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Научное обеспечение инновационного развития животноводства : сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. (24–25 сент. 2013 г.). – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2013. – С. 455–457.
26. Соляник, В. В. Прогнозирование численности свиноматок в технологическом обороте в зависимости от месяца их рождения / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Zootech-

nycal science – an important factor for the European type of the agriculture: Collection of works of scientific symposium with international participation dedicated to 60th anniversary of the founding of the Institute, 29 septembrie – 1 october, Maximovca, 2016/com. șt.: Foçaș Valentin [et al.]. – Maximovca: S. n., 2016 (Tipogr. "Print Caro"). – P. 660–664.

27. Соляник, В. В. Тест-программа экономико-технологического моделирования эффективности функционирования свиноводческого предприятия / В. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2010. – Т. 45. – С. 285–293.

28. Соляник, В. В. Технологическая информация как источник экономико-зоотехнического анализа эффективности работы свиноводческого предприятия / В. В. Соляник // Уч. зап. УО ВГАВМ : науч.-практ. жур. – Витебск, 2010. – Т. 46, вып. 1, ч. 2 (январь – июнь). – С. 80–84.

29. Соляник, В. В. Технологические особенности организации и проведения зоотехнических опытов на промышленных свинокомплексах / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2014. – Т. 49, ч. 2. – С. 319–329.

30. Соляник, В. В. Технологический расчет оборота стада и надлежащее выполнение еженедельного рабочего графика – это производственная основа функционирования свиноводческого предприятия / В. В. Соляник, А. В. Соляник, С. В. Соляник // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2014. – Вып. 17, ч. 1. – С. 318–328.

31. Соляник, В. В. Технологический скрининг свиноводческих предприятий / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Сб. науч. тр. Винниц. нац. аграр. ун-та. – Винница, 2013. – Вып. 3 (73). – С. 118–128.

32. Соляник, В. В. Эколого-зоогигиеническая оптимизированная и сбалансированная технология выращивания свиней / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Современные тенденции и технологические инновации в свиноводстве : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф. (Горки, 4–6 окт. 2012 г.). – Горки : БГСХА, 2012. – С. 344–351.

33. Соляник, В. В. Экспресс-расчет поточной технологии производства свинины / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Современные тенденции развития аграрного комплекса : материалы междунар. науч.-практ. конф. – с. Соленое Займище, ФГБНУ «Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. землед.», 2016. – С. 1136–1148.

34. Соляник, С. В. Автоматизация расчета сбалансированной работы центра по содержанию хряков-производителей и товарных свинокомплексов зоны обслуживания / С. В. Соляник // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2019. – № 2. – С. 8–12.

35. Соляник, С. В. Зоогигиенические и зоотехнические референтные значения морфологических, биохимических, иммунологических параметров крови и уровня естественной резистентности организма свиней / С. В. Соляник, В. В. Соляник, А. В. Соляник // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. : в 2 ч. / гл. ред. М. В. Шалак. – Горки : БГСХА, 2019. – Вып. 22. – Ч. 2. – С. 248–245.

36. Соляник, С. В. Зоогигиено-математическая модель расчета физических характеристик хряков / С. В. Соляник // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. материалов : в 2 кн. / XIV Междунар. науч.-практ. конф. (7–8 февр. 2019 г.). – Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2019. – Кн. 2. – С. 215–217.

37. Соляник, С. В. Компьютерно-зоотехнический экспресс-анализ данных государственной статистики развития отраслей животноводства на основе оценки ежемесячных производственных трендов / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального при-

родопользования : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – с. Соленое Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2019. – С. 724–733.

38. Соляник, С. В. Компьютерные прямолинейные модели взаимосвязи среднесуточных приростов свиней на дорашивании с гематологическими показателями и естественной резистентностью их организма / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. – Гродно, 2017. – Т. 37. – С. 271–278.

39. Соляник, С. В. Линейная взаимосвязь гематологического профиля свиней на дорашивании и фактических среднесуточных приростов / С. В. Соляник // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства : материалы междунар. науч.-практ. конф. – с. Соленое Займище, ФГБНУ «Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. землед.», 2017. – С. 1488–1491.

40. Соляник, С. В. Математическая гигиена и экология животных: разработка аппроксимационных кривых для динамического моделирования механизма изменений зоотехнических и зоогигиенических параметров / С. В. Соляник // Материалы III Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. (28 февраля 2018 г.). – с. Соленое Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2018. – С. 918–927.

41. Соляник, С. В. Математические закономерности между зоогигиеническими показателями воздуха и морфолого-биохимическими показателями молодняка свиней на откорме / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности : сб. науч. ст. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграр. ун-та, 2019. – С. 395–400.

42. Соляник, С. В. Математические модели описания качества спермопродукции и сохранности хряков-производителей / С. В. Соляник // Уч. зап. УО ВГАВМ : науч.-практ. жур. – 2019. – Т. 55, вып. 2. – С. 177–183.

43. Соляник, С. В. Математическое описание влияния температурно-влажностных показателей воздуха на уровень среднесуточных приростов и затраты кормов при откорме молодняка свиней / С. В. Соляник, В. В. Соляник // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности : сб. науч. ст. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграр. ун-та, 2019. – С. 389–394.

44. Соляник, С. В. Математическое описание экспериментальных данных о влиянии температуры окружающей среды на переваримость питательных веществ рациона, обмен веществ и энергии у молодых и взрослых свиней / С. В. Соляник // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства : материалы междунар. науч.-практ. конф. – с. Соленое Займище, ФГБНУ «Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. землед.», 2017. – С. 1515–1521.

45. Соляник, С. В. Методика моделирования количественного уровня физико-химических показателей свинины белорусской селекции / С. В. Соляник // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – с. Соленое Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2019. – С. 636–648.

46. Соляник, С. В. Методика моделирования количественного уровня физико-химических показателей свинины импортной селекции / С. В. Соляник // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – с. Соленое Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2019. – С. 874–887.

47. Соляник, С. В. Методика решения проблемы математической воспроизводимости статистических данных научных исследований в сельскохозяйственных отраслях науки / С. В. Соляник // *Органічне виробництво і продовольча безпека*. – Житомир : ЖНАЕУ, 2017. – С. 218–223.

48. Соляник, С. В. Методика технолого-экономической оценки эффективности производства товарных свиней различного направления продуктивности / С. В. Соляник // *Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве – основа модернизации агропромышленного комплекса России* : сб. науч. ст. / Ставропольский гос. аграр. ун-т. – Ставрополь, 2017. – С. 198–206.

49. Соляник, С. В. Методика экспресс-контроля зоотехнической достоверности заполнения формы 311-АПК для свиноводства / С. В. Соляник, В. В. Соляник, А. В. Соляник // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства* : сб. науч. тр. – Горки, 2017. – Вып. 20, ч. 2. – С. 36–42.

50. Соляник, С. В. Моделирование численности свиноматок в буферной группе при недельном технологическом ритме / С. В. Соляник, В. В. Соляник // *Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования* : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – с. Солёное Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2019. – С. 702–713.

51. Соляник, С. В. Обоснованность использования в зоотехнических исследованиях выражения «влияние сезона (месяца) года на продуктивность животных» / С. В. Соляник // *Сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. студ. науч. конф.* – Гродно, 2018. – Изд.-полиграф. отдел УО «ГТАУ». – С. 369–371.

52. Соляник, С. В. Племенная ценность животных как индикатор надлежащего выполнения зоотехнических и зоогигиенических норм и правил / С. В. Соляник, В. В. Соляник // *Свинарство* : Міжвід. тематич. наук. зб. – Полтава : ТОВ «Фірма «Техсервіс», 2019. – Вип. 73. – С. 116–125.

53. Соляник, С. В. Положительная и отрицательная корреляционная взаимосвязь физико-химических показателей свинины, аминокислот длиннейшей мышцы свиней белорусской и зарубежной селекции / С. В. Соляник, В. В. Соляник // *Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования* : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – с. Солёное Займище, ФГБНУ «Прикасп. аграр. федерал. науч. центр Рос. акад. наук», 2019. – С. 863–873.

54. Соляник, С. В. Программа моделирования производственного процесса товарного свиноводческого комплекса с учетом помесячных технологических трендов зоотехнических параметров / С. В. Соляник, В. В. Соляник // *Зоотехническая наука Беларуси* : сб. науч. тр. – Жодино, 2019. – Т. 54. – Ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогигиена, содержание. – С. 230–239.

55. Соляник, С. В. Программный продукт для расчета живой массы свиней и крупного рогатого скота по результатам обмера животных / С. В. Соляник // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства* : материалы XX Междунар. студ. науч. конф., посвящ. 50-летию образования кафедр кр. животновод. и перераб. животновод. прод.; свиновод. и мелк. животновод. / редкол.: А. И. Портной (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2018. – С. 301–305.

56. Соляник, С. В. Электронный (цифровой) паспорт животноводческого объекта / С. В. Соляник, В. В. Соляник // *II Междунар. науч.-практ. Интернет-конференция*. – с. Солёное Займище, ФГБНУ «Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. землед.», 2017. – С. 1465–1471.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1. Выявление скрытых закономерностей в первичных данных функционирования животноводческих объектов.....	6
Тема 2. Комплексная оценка технологических решений. Программное и математическое описание процессов	72
Библиографический список	142

Учебное издание

Соляник Александр Владимирович
Соляник Валерий Владимирович
Соляник Сергей Валерьевич и др.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

В четырех частях

Часть 2

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ
ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Учебно-методическое пособие

Редактор *О. Г. Толмачёва*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 29.04.2021. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 8,60. Уч.-изд. л. 6,16.
Тираж 40 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.