

На правах рукописи



ЛУКЪЯНОВА Наталия Юрьевна

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОУРОВНЕВОЙ  
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО  
СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЕ  
(на примере племенной работы с крупным рогатым скотом  
Калининградской области)

Специальность: 08.00.13 - Экономика - математические методы

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
1998

Работа выполнена в Санкт-Петербургском государственном аграрном университете

Научный руководитель: заслуженный деятель науки и техники РФ,  
доктор технических наук, профессор  
В.Г. Еникеев

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор  
П.П. Пастернак  
кандидат экономических наук, с.н.с.  
И.А. Павлов

Ведущая организация: Комитет по сельскому хозяйству Ленинградской области

Защита состоится "24" марта 1998 г. в 14<sup>30</sup> часов на заседании диссертационного совета К 120.37.07 при Санкт-Петербургском государственном аграрном университете по адресу: 189620, г. Санкт-Петербург-Пушкин, Академический проспект д.23, ауд.450.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.

Автореферат разослан "10" февраля 1998 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат экономических наук, доцент



Г.К. Демидов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Одной из составляющих экономически выгодного разведения крупного рогатого скота (КРС) молочного направления является эффективная селекционно-племенная работа, во многом определяющая темпы роста производства животноводческой продукции. Задача повышения эффективности селекционно-племенной работы должна решаться комплексно, затрагивая все уровни управления племенным делом, с использованием современных информационных технологий, базирующихся на применении вычислительных систем и сетей.

В 80-е годы в тех регионах нашей страны, в которых наряду с методами популяционной генетики в селекционно-племенной работе широко использовались средства вычислительной техники, темпы генетического улучшения скота были в 2-3 раза выше и составляли 30-35 кг молока в год в расчете на одну корову, что дало основание для дальнейшего развития и использования компьютерных технологий в племенном деле. В результате комплексной автоматизации племенного учета, осуществляемой на федеральном, областном, районном и местном уровнях управления селекцией и разведением КРС, в регионах повысилось его качество и по различным оценкам в 15-30 раз сократились сроки составления отчетных документов.

Однако селекционно-племенная работа не ограничивается решением только учетных задач. Эффективность управления племенным делом во многом зависит от своевременного и качественного анализа, умения с достаточной степенью достоверности прогнозировать результаты селекции и выбирать наилучшие решения при их планировании. В последние годы в силу причин экономического характера ослабли связи между селекционными центрами и региональными племенными службами, поэтому нагрузка по селекционной работе с КРС сместилась в областные племобъединения, которые на сегодняшний день не располагают инструментарием для централизованного автоматизированного управления племенным делом. Так, данный уровень управления не располагает программными средствами, реализующими процедуры анализа, прогнозирования и планирования результатов селекции на основе математических методов и новейших достижений в племенном деле, и соответствующей информационной базой. Поэтому подготовка и принятие отдельных решений по селекционно-племенной работе с КРС на областном, районном и местном уровнях управления ею необоснованно упрощены.

В то же время многоуровневый процесс подготовки и принятия решений базируется на обработке значительных объемов сложно структурированной

информации, которая должна быть непротиворечивой, полной и своевременной, а данные племенного учета используются не только в структуре управления селекционно-племенной работой, но также научно-исследовательскими и другими учреждениями. Поэтому проблемным становится оперативный сбор, обработка, обмен данными между всеми заинтересованными организациями в регионе и за его пределами.

В рамках методологии автоматизации управления племенной работой практически неисследованными остаются функции анализа, прогнозирования и планирования. Не проработаны вопросы автоматизации многоуровневой подготовки решений. Отсутствуют методики внутриуровневого и оперативного межуровневого обмена управляющей информацией и данными, подготавливаемыми в автоматизированных системах обработки данных (АСОД) племенного учета.

Решение отмеченных проблем может быть найдено в создании многоуровневой информационно-вычислительной системы (ИВС) по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления, которая позволит в комплексе на всех уровнях управления вести племенную учет, осуществлять контроль, анализ, прогнозирование результатов племенной работы, ее планирование и регулирование, обеспечив оперативную связь между заинтересованными в племенном деле организациями, в том числе в цепочке "наука-производство".

Вышеизложенное послужило основанием для выбора темы диссертационной работы и обусловило ее актуальность.

**Цель и задачи исследования.** Цель диссертации - повышение эффективности управления племенным делом в регионе посредством разработки и внедрения многоуровневой ИВС, обеспечивающей решение селекционных задач, а также оперативный межуровневый обмен данными и управляющей информацией с использованием информационных технологий для подготовки и принятия решений по селекции и разведению КРС.

Научная задача диссертационной работы - разработка методологии построения многоуровневой ИВС по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления предопределила необходимость:

- исследования организации и управления процессом селекции и разведения молочного скота в РФ;
- оценки состояния автоматизации управления селекционно-племенной работой в РФ и за рубежом;
- научного анализа существующей системы обработки данных по племенному делу с точки зрения многоуровневой организации процесса управления;

- обоснования состава и структуры информационного и технического обеспечения для организации многоуровневого процесса управления селекционно-племенной работой с КРС молочного направления в регионе;
- разработки алгоритмов реализации процессов подготовки решений по селекции и разведению КРС на районном и местном уровнях управления и соответствующего программного обеспечения, а также системы показателей для оценки качества функционирования многоуровневой ИВС.

**Методологическая и информационная база исследования.** В качестве объекта исследования выбрана система обработки данных по селекционно-племенной работе с КРС черно-пестрой породы в Калининградской области.

Теоретической и методологической базой для разработки концептуальных основ многоуровневой ИВС послужили положения раздела общей теории систем - теории многоуровневых систем, развитой в трудах Д. Мако, М. Месаровича, П.П. Пастернака, Т. Саати, И. Токахары, а также теории экономических информационных систем, развитой в работах Е.С. Барановского, Н.Т. Барановского, М.А. Королева, А.И. Мишенина, Э.Н. Хотяшова и других ученых. В исследовании использованы методологические основы автоматизации управления селекционно-племенной работой с КРС молочного направления, заложенные в трудах А.П. Баниса, Н.З. Басовского, В.И. Власова, В.П. Горяшина, Ю.Н. Григорьева, А.Г. Жирнова, В.М. Кузнецова, В.И. Плунге, А.А. Цалитиса, С.Л. Федорова, Л.К. Эрнста и ряда других авторов, а именно, основы организации информационного обеспечения племенной работы, методики машинной обработки данных племенного учета, общие принципы построения информационных систем по селекции и разведению КРС.

Информационную основу исследования составили нормативные документы по племенному делу, компьютерным и информационным технологиям и средствам, данные первичного племенного учета по КРС молочного направления в СХП Гурьевского района Калининградской области, годовые зоотехнические отчеты племенной службы областного, районного и местного уровней управления, планы селекционно-племенной работы, статистическая отчетность и др.

В работе использованы следующие методы и приемы исследования: сравнение, системный анализ, дискриптивно-статистический, корреляционно-регрессионный анализ, статистические группировки, экспертные опросы и др.

**Научная новизна диссертации заключается:**

- в исследовании и теоретической разработке основ построения многоуровневой ИВС по селекционно-племенной работе с КРС в регионе как



многоуровневой иерархической системы, в ходе которых определены, классифицированы по уровням и функциям управления и систематизированы по используемым математическим методам задачи племенного дела;

- в научном анализе отечественного и зарубежного опыта автоматизации управления селекцией и разведением молочного скота, базирующегося на существующих информационных системах;
- в методологии построения многоуровневой ИВС по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления, обосновании состава и структуры информационного обеспечения полнофункциональной автоматизации управления племенным делом на областном, районном и местном уровнях, комплекса технических средств (КТС) многоуровневой ИВС, программного обеспечения, разработке алгоритмов и программ по анализу результатов скрещивания молочного скота на районном и местном уровнях, а также схемы оперативного межуровневого обмена данными и управляющей информацией посредством глобальной вычислительной сети Internet;
- в методике оценки качества функционирования многоуровневой ИВС, на основе которой получены количественные оценки эффективности системы.

#### **Практическая значимость и апробация результатов исследования.**

Практическая ценность работы заключается в разработке методических и организационных основ построения многоуровневой ИВС, которые были использованы при автоматизации управления селекционно-племенной работой с КРС молочного направления в Калининградской области. При этом алгоритмы, программное обеспечение, методики их адаптации и оценки эффективности функционирования многоуровневой ИВС могут применяться в управлении селекцией и разведением молочного скота в тех регионах, в которых ведется аналогичная с Калининградской областью племенная работа.

Основные положения и научные результаты диссертации доложены и обсуждены на II Научно-практической конференции "Проблемы активизации научно-технической деятельности в анклавном регионе России" (г.Калининград, 1996), Научно-практической конференции "О результатах научно-исследовательских работ в животноводстве и ветеринарии и их внедрение в практику сельскохозяйственного производства по итогам 1996 года и о задачах на 1997 год" (г.Калининград, Агропромышленный комитет администрации области, 1997), VI Международной конференции "Знание-Диалог-Решение" (г.Ялта, 1997), Научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов СПГАУ (г.Пушкин, 1998). Организационные основы построения многоуровневой ИВС, алгоритмы,

информационное, программное обеспечение подсистемы анализа результатов скрещивания КРС многоуровневой ИВС использованы в работе государственного СХП "Калининградское" по племенной работе, научно-исследовательском и учебном процессах Калининградского института переподготовки кадров и агробизнеса.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 5 работ, общим объемом 1,3 п.л.

**Структура работы.** Сформулированные выше задачи исследования обусловили структуру настоящей работы, состоящей из введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников и приложения.

### **СОДЕРЖАНИЕ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В разделе I "Оценка состояния автоматизации управления селекционно-племенной работы с КРС молочного направления в РФ. Цель и задачи исследования" проанализировано состояние племенного дела в РФ, оценен уровень автоматизации управления им, выявлены проблемы управления, определены цель и задачи исследования.

Научный анализ задач племенного дела, их классификация по уровням управления и систематизация по используемым методам выявили следующие проблемы. Несовершенство системы управления селекционно-племенной работой выражается в отсутствии системной увязки задач по уровням и функциям управления, необоснованном упрощении процесса решения отдельных задач анализа, прогнозирования и планирования на нижних уровнях, несогласованности многоуровневого процесса их решения, нереализованности полноценного обмена информацией о генетических ресурсах, методах и приемах работы в соответствии со структурой управления как по вертикали, так и по горизонтали, необеспеченности всех уровней своевременной, непротиворечивой и полной информацией. Все это отрицательно влияет на результаты селекционно-племенной работы и требует совершенствования процесса управления племенным делом.

Обобщение отечественного и зарубежного опыта позволило оценить уровень автоматизации управления племенной работой с молочным скотом. Охватывая автоматизацией все основные функции управления, предназначенные для фермеров зарубежные автоматизированные системы обработки данных (АСОД) ориентированы на экономический аспект племенного дела, поддерживаются ограниченной номенклатурой компьютерных программ. При этом задачи селекции, разведения, кормления,

профилактики заболеваний, организации кормопроизводства, эффективности производства продукции, ее реализации обычно решаются в рамках одной системы. Широкое использование систем обработки данных по молочному скотоводству - неотъемлемое условие успешной работы зарубежных СХП.

В РФ акцент делается на автоматизацию учета продуктивности и воспроизводства. Селекционным задачам уделяется значительно меньше внимания, поэтому анализ, прогнозирование и планирование результатов племенного дела оказываются за рамками автоматизации, так же как и оценка эффективности племенной работы. Не существует систем многоуровневой подготовки решений по селекции КРС, соответствующих современной структуре управления племенным делом, а организация межуровневого обмена данными племенного учета в рамках проекта "СЕЛЭКС-РОССИЯ" не отвечает требованиям современных компьютерных и информационных технологий. Недостаточная оснащенность отечественных СХП вычислительной техникой, отсутствие конкуренции среди производителей АСОД обусловили неразвитость рынка программных продуктов по селекции и разведению КРС молочного направления. Низкий уровень автоматизации управления селекционно-племенной работой в регионах РФ дополнительно подтверждает необходимость автоматизации управления племенным делом на всех уровнях.

Проведенный анализ показал, что в имеющих место постановках решения подобных задач отсутствуют:

- использование нижними уровнями управления при решении селекционных задач разработок научно-исследовательских учреждений, базирующихся на математических методах и современных достижениях в области селекции;
- рационализация процедур подготовки оперативных, тактических и стратегических решений на местном, районном и областном уровнях и согласования их в системе управления в целом;
- оперативный межуровневый обмен данными и управляющей информацией в административно-производственной системе.

Несмотря на положительные результаты, полученные от внедрения разработанных АСОД учета продуктивности, воспроизводства, бонитировки КРС и оценки быков по качеству потомства, без автоматизации процедур анализа, прогнозирования и планирования селекционной работы, а также из-за отсутствия методологии построения специализированных многоуровневых информационно-вычислительных систем регионального масштаба не удается выйти на качественно новый уровень ведения племенного дела в регионах.

Объективная необходимость создания многоуровневой ИВС по централизованному управлению селекцией и разведением КРС делает актуальной проблему разработки методологических основ создания такой системы. Концепция ИВС основана на интеграции программных комплексов для решения задач управления племенной работой на общей, построенной по единым принципам информационной базе и принципе разграничения функций между системами подготовки решений по селекционно-племенной работе с КРС и АСОД племенного учета, хранящих изначально неориентированные на решение аналитических задач данные.

Создаваемая многоуровневая ИВС должна стать инструментом эффективной племенной работы селекционеров любого уровня, расширив спектр автоматизируемых функций процедурами анализа, прогнозирования и планирования, обеспечив системный эффект от интеграции в единый комплекс математических методов, моделей и экспертных знаний.

В разделе II "Методология исследования и построения многоуровневой ИВС по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления" предложена информационная модель системы обработки данных племенного учета, проведена структуризация процесса обработки данных с учетом многоуровневой организации управления племенным делом, поставлена задача создания многоуровневой ИВС по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления, сформулированы основные принципы ее построения.

Информационная модель системы обработки данных по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления на любом уровне может быть представлена как многопараметрическая система, на входе которой данные племенного учета и вырабатываемые селекционером управляющие воздействия, а на выходе - результаты решения задач подготовки решений.

Процесс селекции и разведения КРС молочного направления можно рассматривать с точки зрения принадлежности его к системе управления животноводством в целом, непосредственно к системе племенного дела, а также в научно-исследовательском аспекте. Племенное дело осуществляется в четырехуровневой системе, при агрегировании однотипных подсистем которой создается подсистема более высокого уровня. Систему обработки данных при подготовке и принятии решений по селекции и разведению молочного скота можно разделять на подсистемы в соответствии с существующими между ее составляющими территориальными и технологическими связями. Территориальный принцип базируется на административно-территориальном делении страны, подсистемами иерархической системы в этом случае (рис. 1)



являются системы подготовки решений по селекции и разведению в стадах СХП, популяциях КРС районов, областей и федерации в целом.

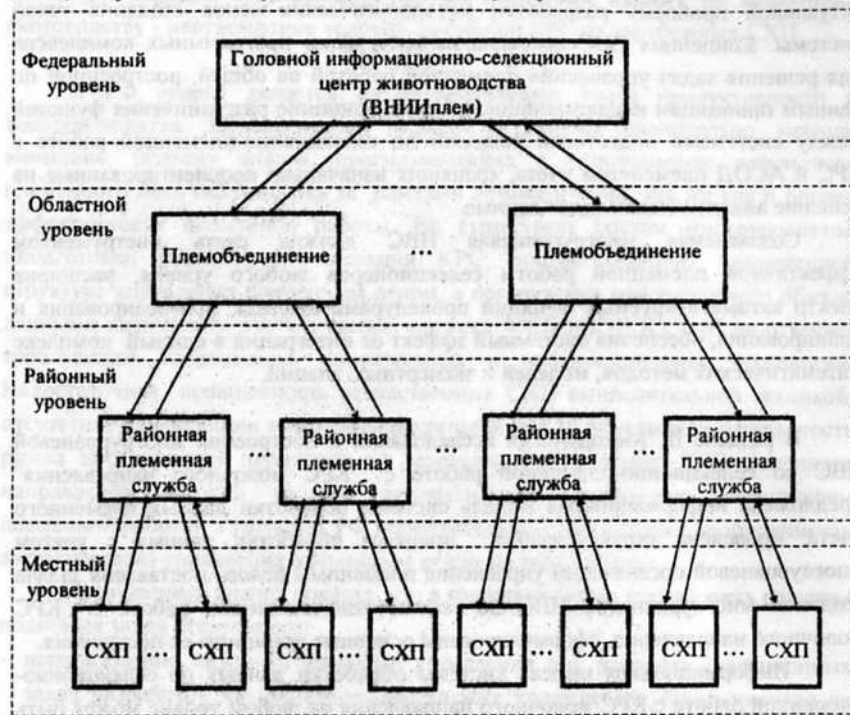


Рис. 1. Многоуровневая иерархическая система сбора и обработки данных по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления в РФ

Технологический принцип ориентирован на отдельную породу и позволяет выделить подсистемы, соответствующие функциям управления племенным делом. В качестве базовой технологической схемы обработки данных в многоуровневой ИВС принята схема, составленная с использованием методики ВНИИРГЖ (рис. 2). Технологический принцип позволил выделить функциональные подсистемы учета и контроля, анализа, прогнозирования, планирования. Применительно к функциональным подсистемам подготовки решений по селекции и разведению КРС могут быть далее выделены уровни в рамках конкретной породы.

Территориальный принцип целесообразно применять при решении задач сбора и обработки данных по популяциям КРС без учета их породной принадлежности, технологический принцип эффективен для отдельной породы.

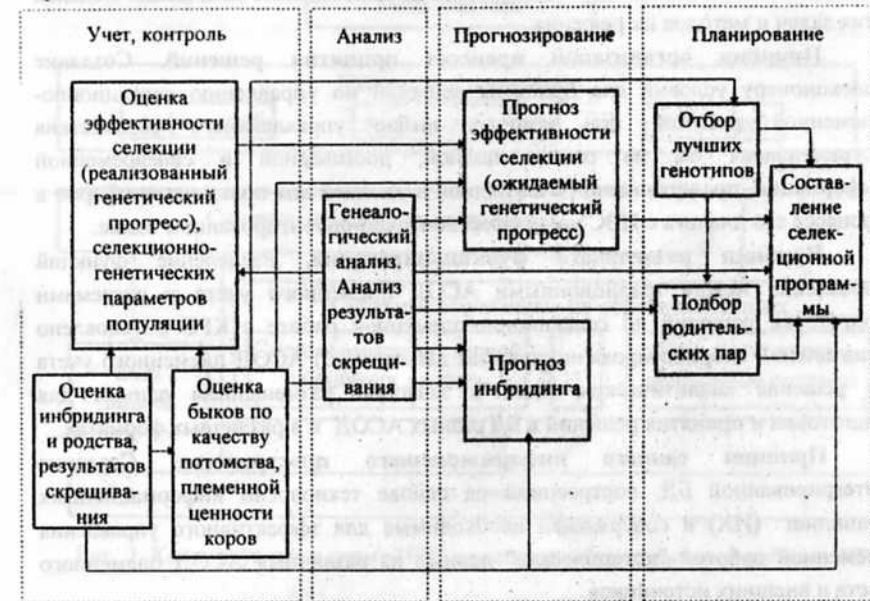


Рис. 2. Структура системы обработки данных по селекционно-племенной работе с молочным скотом

При этом основными признаками подразделения системы по уровням управления являются:

- отличия объектов исследования каждого уровня;
- различие на порядок в объемах обрабатываемых данных;
- различие в применяемых на каждом из уровней методах обработки данных.

Территориальный и технологический принципы декомпозиции системы управления, наличие иерархических связей между принимающими решения административно-хозяйственными субъектами и существование единого высшего руководящего органа позволяют отнести существующую в РФ систему подготовки и принятия решений, базирующуюся на обработке данных племенного учета, к классу многоуровневых иерархических систем.

Многоуровневая ИВС по селекционно-племенной работе с КРС основывается на следующих основных принципах.

**Функциональный принцип.** Предоставление селекционеру племенной службы любого уровня возможности решения задач управления селекционной работой по их постановкам независимо от сложности математических моделей этих задач и методов их решения.

**Принцип организации процесса принятия решений.** Создание селекционеру условий для принятия решений по управлению селекционно-племенной работой, при которых выбор управляющего воздействия осуществлялся бы на основе полной, достоверной и своевременной информации, представленной в наглядной и удобной для пользователя форме в процессе его диалога с ИВС на профессионально-ориентированном языке.

**Принцип раздельного функционирования.** Разделение функций управления между традиционными АСОД племенного учета и системами подготовки решений по селекционно-племенной работе с КРС обусловлено изначальной неориентированностью баз данных (БД) АСОД племенного учета на решение аналитических задач и зачастую размещением данных для подготовки и принятия решений в БД разных АСОД и в различных форматах.

**Принцип единого информационного пространства.** Создание интегрированной БД, построенной на основе технологии информационных хранилищ (ИХ) и содержащей необходимые для эффективного управления племенной работой "исторические" данные из различных АСОД племенного учета и внешних источников.

**Принцип "открытых" БД.** Организация информационного обеспечения (ИО) в рамках единого стандарта представления данных. Структуры БД отдельных АСОД должны быть открытыми для пользователей, сторонних разработчиков программного обеспечения (ПО), а также для возможной интеграции данных в ИХ, что предусматривает их документированность.

**Принцип гибкости архитектуры.** Организация ИО, ПО, технического обеспечения (ТО) системы, обеспечивающая независимость ПО от аппаратных средств и предусматривающая механизмы для реструктуризации БД, замены программных модулей, системы управления БД (СУБД), операционной системы (ОС).

Концептуальная схема ИВС для местного, районного или областного уровня управления представлена на рис. 3. В системе использовано трехслойное представление данных и знаний о селекционно-племенной работе с КРС молочного направления. Нижний слой составляют данные о предметной области: учетные, нормативно-справочные и др. Второй слой представлен знаниями о предметной области, реализованными декларативно в базе

знаний (БЗ) и процедурно в системах, основанных на обработке данных (СОД).

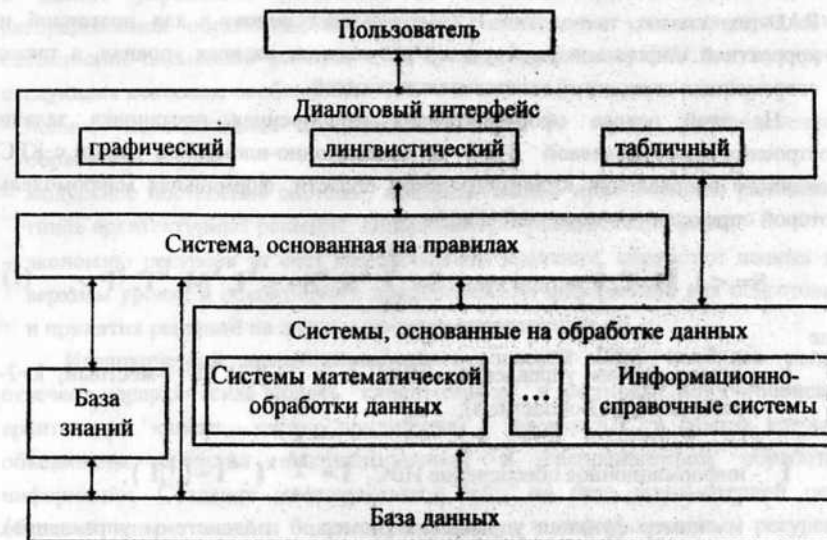


Рис. 3. Концептуальная схема ИВС по селекционно-племенной работе с КРС

Третий слой - система, основанная на правилах (СОП), назначение которой - понять формулировку задачи селекционера, дополнив ее при необходимости недостающими знаниями из БЗ, и осуществить обращение к СОД, а также подготовить результаты решения задачи.

Многоуровневая ИВС представляет собой открытую, распределенную, построенную по модульному принципу систему, что способствует ее легкой адаптации и расширению функциональных возможностей. Модули данной системы могут функционировать как в составе ИВС, так и автономно.

Разработку ИВС рационально вести на основе RAD-технологии (Rapid Application Development) - подхода к созданию АСОД, предусматривающего постепенное наращивание требований к системе в ходе ее разработки, поэтапное тестирование и внедрение функциональных модулей системы на протяжении всего ее жизненного цикла при непосредственном участии в процессе конечных пользователей (фермеров, селекционеров, ученых).

Создаваемая ИВС базируется на комплексном использовании:

- математических методов и моделей, обеспечивающих количественный анализ, прогнозирование и планирование решений по управлению;

- экспертной компоненты, реализуемой СОП и БЗ, позволяющей учесть качественный аспект подготавливаемых решений;
- RAD-технологии, технологии ИХ, создающих основу для поэтапной и корректной информационной увязки результатов на всех уровнях, а также современных технологий вычислительных сетей.

На этой основе сформулирована расширенная постановка задачи построения многоуровневой ИВС по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления Калининградской области, формальная макромодель которой определяется четверкой (1):

$$S = \langle I, M, T, P \rangle, \text{ при этом } S = \prod_{k=1}^3 {}^k S, {}^k S = \langle {}^k I, {}^k M, {}^k T, {}^k P \rangle, \quad (1)$$

где

$k$  - номер уровня управления ИВС,  $k \in \{1, 2, 3\}$  ( $k=1$ -местный,  $k=2$ -районный,  $k=3$ -областной);

$I$  - информационное обеспечение ИВС,  $I = \prod_{i=1}^3 {}^i I, {}^i I = \{ {}^i I_i \},$

$i$  - номер функции управления (номер подсистемы управления),  $i \in \{1, 2, \dots, n\}, n=7;$

$M$  - математическое обеспечение ИВС,  $M = \prod_{i=1}^3 {}^i M, {}^i M = \{ {}^i M_i \};$

$T$  - техническое обеспечение ИВС,  $T = \prod_{i=1}^3 {}^i T, {}^i T = \{ {}^i T_i \};$

$P$  - программное обеспечение ИВС,  $P = \prod_{i=1}^3 {}^i P, {}^i P = \{ {}^i P_i \}.$

В разделе III "Организационные основы построения многоуровневой ИВС по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления" сформулированы основные требования к ИО системы, обоснованы его состав и структура, предложены процедуры межуровневого информационного обмена в многоуровневой ИВС, рассмотрены ее математическое обеспечение (МО), состав и структура КТС, состав системного ПО, описаны основные функции, реализуемые прикладным ПО многоуровневой ИВС.

Современная тенденция объединения автоматизированных рабочих мест в единую, функционирующую на базе компьютерной сети информационную систему нашла отражение в предложенных в настоящей работе организационных основах создания многоуровневой ИВС. Отличаясь

иерархической организацией, при которой централизованная обработка данных и единое управление ресурсами на областном уровне сочетаются с распределенной обработкой на районном и местном уровнях управления селекционно-племенной работой с КРС, многоуровневая ИВС аккумулирует следующие основные особенности:

- полное использование потенциала ПЭВМ и среды распределенной обработки;
- модульное построение системы, предполагающее использование различных типов архитектурных решений, аппаратно-программных платформ;
- экономию ресурсов за счет централизации хранения, обработки данных на верхнем уровне и оперативного предоставления информации для подготовки и принятия решений на нижних уровнях управления и др.

Иерархической организации многоуровневой ИВС наиболее полно отвечает иерархическая модель "клиент-сервер", в частности, многоуровневая архитектура "клиент - сервер\_приложений - сервер\_БД", в рамках которой объединены средства централизованной и распределенной обработки информации. Создание многоуровневой ИВС на базе компьютерной сети обеспечит оперативный и более полный доступ к информационным ресурсам системы, повысит скорость и качество принимаемых решений, снизит затраты на их принятия.

Ключевое место в построении многоуровневой ИВС занимает центральная база данных (ЦБД), состав которой обусловлен достаточной полнотой централизованно хранимых на областном уровне данных высокой степени детализации за длительные интервалы времени, позволяющих разрабатывать краткосрочные прогнозы и определять стратегию селекции на перспективу. При формировании структуры ЦБД принята фасетная система классификации информации, позволяющая использовать технологию реляционных СУБД. Для использования хранимых в АСОД племенного учета данных проведена их классификация. Для эффективности структуры ЦБД она проектируется в III нормальной форме.

Межуровневый информационный обмен в многоуровневой ИВС представлен на рис.4. В нем выделены процессы формирования (пополнения) ЦБД, извлечения данных из ЦБД по запросам пользователей разных уровней и предоставления их любым заинтересованным сторонам. Формирование (пополнение) ЦБД происходит следующим образом. Хозяйства области в установленные сроки передают данные АСОД племенного учета в электронном виде на магнитных носителях или по каналам связи на районный уровень. Предварительно БД проходят процедуру согласования форматов в соответствии



с единым стандартом представления данных в ИВС. На уровне районной

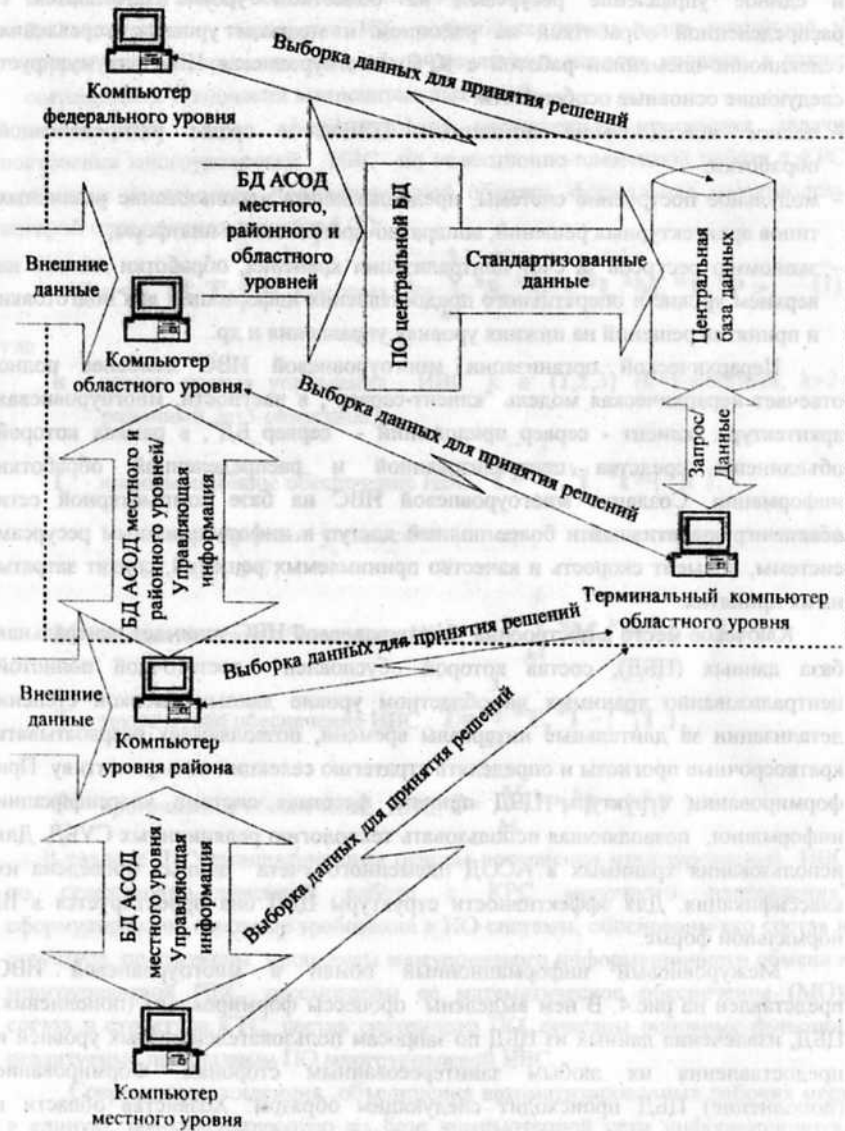


Рис. 4. Обобщенная схема информационного обмена в многоуровневой ИВС

племенной службы ИВС происходит пополнение БД племенных коров, быков, свода результатов бонитировки групп КРС, характеристик районных популяций. Затем БД АСОД племенного учета передаются на областной уровень. Передача файлов БД по каналам связи осуществляется путем прямого соединения компьютеров по схеме типа "точка-точка" программами удаленного доступа или с использованием электронной почты (рис. 5). Данные проверяются на целостность, фильтруются и нормализуются ПО ЦБД, что обеспечивает пополнение ЦБД корректными данными. Извлечение данных из ЦБД по запросу любого из уровней многоуровневой ИВС осуществляется двумя основными способами: непосредственно из ЦБД и через Web-сервер.

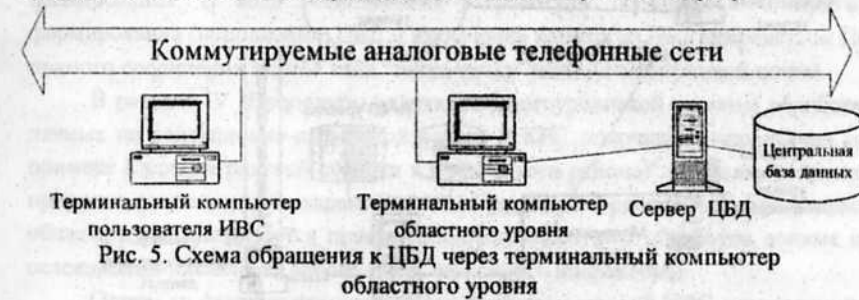


Рис. 5. Схема обращения к ЦБД через терминальный компьютер областного уровня

В многоуровневой ИВС целесообразно использовать систему математических и логических методов и моделей для решения задач управления селекцией и разведением КРС. Гибридная система позволит учитывать при управлении селекцией формализуемые и слабо формализуемые факторы. Система математических моделей включает модели статистического анализа данных, модели генетической оценки, генеалогического анализа, модели оценки и прогноза инбридинга, родства, эффективности селекции, составления селекционных программ. Зафиксированные в естественной языковой форме знания из научных методик, рекомендаций, нормативно-справочной документации и экспертные знания предлагается реализовать в построенной на основе продукционных систем экспертной компоненте многоуровневой ИВС.

ТО многоуровневой ИВС формируется для реализации двух основных классов задач: обработки данных на каждом из уровней и передачи данных между уровнями. Для эффективной реализации этих классов задач на районном и местном уровнях ИВС используется ПЭВМ со следующим набором периферийных устройств: монитор, клавиатура, манипулятор типа "мышь", печатающее устройство, модем. На областном уровне необходимо организовать локальную вычислительную сеть (ЛВС), состоящую из сервера БД, архив-

сервера, дискового массива RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks), а также оснащенных модемами станции приема/передачи данных и терминального компьютера. Структурная схема комплекса технических средств многоуровневой ИВС приведена на рис. 6. Для обеспечения межуровневого информационного обмена на основе принятых в ИВС схем доставки данных, таких как прямое соединение ПЭВМ типа "точка-точка", посылка по электронной почте или по Internet, целесообразно использовать коммутируемые аналоговые телефонные сети общественного назначения.

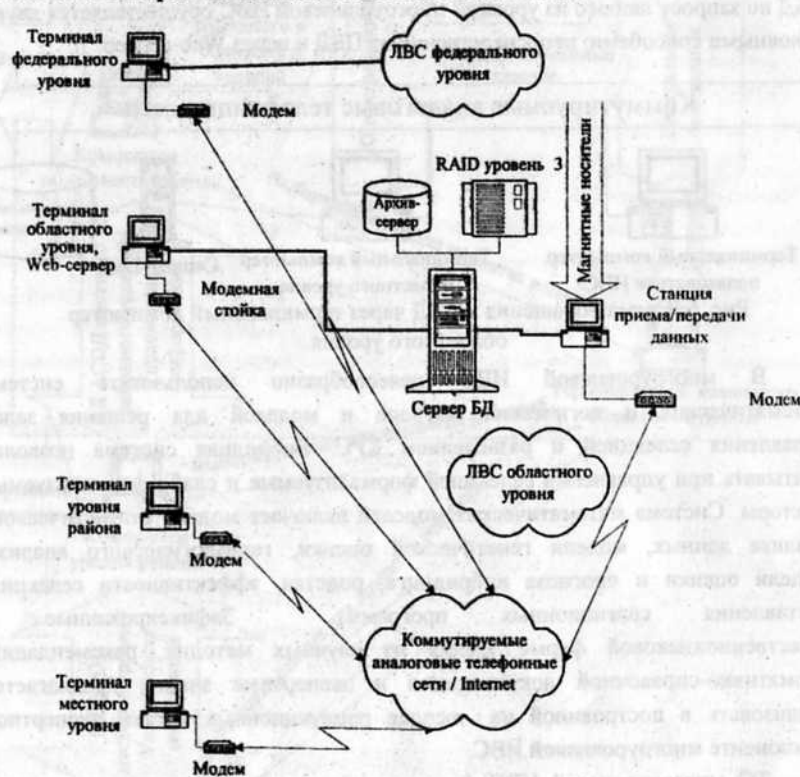


Рис. 6. Состав комплекса технических средств многоуровневой ИВС

В работе выдвинуто два подхода к организации ПО областного уровня ИВС: выбор бесплатной ОС, например, системы семейства UNIX и подбора бесплатных совместимых с ней программных продуктов; использование

коммерческого системного ПО, например на программной платформе Windows NT. Системное ПО районного и местного уровней ИВС может функционировать под управлением MS DOS или более современных ОС семейства Windows. Прикладное ПО многоуровневой ИВС подразделяется на две группы: ПО центральной БД, предназначенное для сбора данных от различных АСОД племенной учета и "внешних" источников, их хранения и администрирования, и ПО управления селекционно-племенной работой с КРС, предусматривающее реализацию процедур коррекции данных, извлечения данных из ЦБД и решения на их основе задач анализа, прогнозирования и планирования. В ходе исследования разработаны обобщенные алгоритмы формирования (пополнения) ЦБД и извлечения данных из ЦБД посредством ПО прямого соединения ПЭВМ типа "точка-точка" или ПО электронной почты.

В разделе IV "Процедуры адаптации многоуровневой системы обработки данных по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления (на примере Калининградской области и Гурьевского района)" приводится краткая природно-экономическая характеристика Гурьевского района Калининградской области и рассматривается пример реализации системы обработки данных по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления.

Одним из функциональных модулей многоуровневой ИВС, создаваемой в рамках RAD-технологии, является подсистема "Анализ", организационные основы построения которой рассматриваются на примере задачи анализа результатов скрещивания молочного скота по популяции КРС Гурьевского района, в частности, раскрывается содержание моделей местного (2) и районного (3) уровней системы:

$${}^1S = \langle {}^1_3I, {}^1_3M, {}^1_3T, {}^1_3P \rangle, \quad (2)$$

$${}^2S = \langle {}^2_3I, {}^2_3M, {}^2_3T, {}^2_3P \rangle. \quad (3)$$

В разделе V "Оценка эффективности работы многоуровневой ИВС по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления" приводится анализ существующих методик оценки эффективности АСОД, определяется эффективность использования интегрированной базы данных многоуровневой ИВС, предлагается методика оценки работы системы и на ее основе вычисляются количественные характеристики для подсистемы анализа результатов скрещивания КРС молочного направления.

Недостатки, присущие распространенным методикам оценки эффективности функционирования АСОД, такие как ориентация на оценку стоимостных статических показателей, сложность выявления доли прибыли,

полученной за счет внедрения АСОД, отсутствие методик, учитывающих разновременность затрат на создание и внедрение систем, разрабатываемых в рамках RAD-технологии, обобщающий, а в некоторых случаях апостериорный характер показателей функциональной эффективности, а также отсутствие методик для оценки работы многоуровневых систем, не позволяют использовать существующие методики для оценки качества функционирования многоуровневой ИВС и требует разработки соответствующей методики.

Эффективность использования ЦБД многоуровневой ИВС предлагается рассчитывать через показатели индивидуальной и групповой эффективности. На примере анализа данных по Калининградской области выявлено, что создание интегрированной базы данных на основе баз данных четырех автоматизированных систем племенного учета, используемых в регионе, в среднем на 74% эффективнее, чем их раздельное применение. При этом эффект достигается в результате взаимного обмена показателями между БД, устранения дублирования показателей и возможности извлекать качественно новую информацию.

Расчет количественных оценок качества функционирования подсистемы "Анализ" местного и районного уровней ИВС на примере задачи анализа результатов скрещивания по предложенной в работе методике показал, что подсистема функционирует в среднем в 1,5 раза эффективнее по сравнению с традиционной реализацией. Сравнительные оценки эффективности функционирования подсистемы в обычном и многоуровневом построении представлены в таблице.

Таблица. Количественные оценки эффективности функционирования подсистемы "Анализ"

Коэффициент	АСОД племенного учета			
	многоуровневое исполнение		традиционное исполнение	
	местный уровень	районный уровень	местный уровень	районный уровень
Избыточности	15,4	13,6	25,2	25,2
Вычислительной мощности	21,5	24,0	9,6	9,6
Взаимосвязи	25,3	27,3	19,2	19,2
Сложности расчетов	2,3	2,5	1,9	1,9
Массовости	19,1	18,0	8,0	8,0
Межуровневой взаимосвязи	1,0	0,8	1,0	1,0

## ВЫВОДЫ

Проведенное исследование позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Научный анализ системы обработки данных по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления выявил необходимость ее рассмотрения как многоуровневой иерархической системы в соответствии с многоуровневым построением процедур ведения селекционно-племенной работы, базирующимся на многоуровневой организации административно-хозяйственных субъектов.
2. Классификация и систематизация задач обработки данных племенного учета по уровням и функциям управления позволили установить отсутствие системной увязки задач селекции и разведения КРС по уровням и функциям управления при их решении, а также необоснованное упрощение некоторых задач анализа, прогнозирования и планирования на нижних уровнях и недостаточное согласование многоуровневого процесса их решения.
3. Обобщение отечественного и зарубежного опыта в области автоматизации управления селекцией и разведением молочного скота, а также проведенный анализ современных информационных систем в племенном деле выявил актуальность разработки организационных основ построения многоуровневой системы по селекционно-племенной работе с КРС молочного направления.
4. Создание информационно-вычислительной системы по селекционно-племенной работе должно базироваться на установлении и обосновании состава и структуры информационного, математического и программного обеспечения, а также комплекса технических средств для реализации функций управления многоуровневой системой и осуществления оперативного межуровневого обмена данными и управляющей информацией.
5. Разработка многоуровневой ИВС должна вестись на основе RAD-технологии, предусматривающей постепенное наращивание функциональных возможностей системы, обеспечивающей широту охвата и глубину проработки проблем управления селекцией и разведением КРС и максимально реализующей предъявляемые к системе требования.
6. Количественные оценки качества функционирования ИВС должны устанавливаться в соответствии с многоуровневым принципом ее построения и включать оценку эффективности использования интегрированной БД, а также количественные характеристики работы многоуровневой ИВС (коэффициенты избыточности, вычислительной мощности, массовости, взаимосвязи, сложности расчетов, межуровневой взаимосвязи).



Основные положения диссертации отражены в следующих публикациях:

1. Проблемы автоматизации селекционно-племенной работы с КРС молочного направления продуктивности и пути их решения. //Тезисы докладов 2-й научно-практической конференции "Проблемы активизации научно-технической деятельности в анклавном регионе России".- Калининград, 1996.- С. 27-28.
2. Анализ автоматизированного учета в селекции и разведении КРС молочного направления продуктивности в Калининградской области. //Тезисы докладов 2-й научно-практической конференции "Проблемы активизации научно-технической деятельности в анклавном регионе России".- Калининград, 1996.- С. 29.
3. Информационно-вычислительная система ведения селекционно-племенной работы с крупным рогатым скотом молочного направления продуктивности. //Сб. научных трудов СПГАУ "Организация учета и анализа в условиях рынка". - С.-Пб., 1996. -С. 40-43.
4. Методология проектирования систем обработки данных в племенном учете. - С.-Пб.-Пушкин, 1996, 23 с. Рукопись представлена СПГАУ. Деп. в НИИТЭИагропрома 8 янв. 1997, № 238 ВС-96.
5. Система подготовки и принятия решений по селекционно-племенной работе с крупным рогатым скотом. //Сб. научных трудов VI Международной конференции "Знание-Диалог-Решение", т. 2.- Ялта, 1997. -С. 513-520. (В соавторстве с Лисовским П.С., Лукьяновой Л.М.)

Подписано к печати 18.02.98.

Формат 60x90. I П.л. Заказ 12 рп. Тираж 70.

Типография С.-Петербургского государственного аграрного университета,  
г.Пушкин, ул. Садовая, 14.