

## КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИЕЙ МОЛОЧНОГО СКОТА

**В.М. Кузнецов**

*доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

Впечатляющие достижения европейских и, особенно, американских ученых и фермеров в области *генетического* улучшения молочного скота (например, голштинская порода) и отсутствие таковых в нашей стране\* свидетельствуют о глубоком «системном кризисе» в российском племенном скотоводстве\*\*. Как представляется, для преодоления этого кризиса необходимы:

1. Смена «селекционной парадигмы»: от политики импорта генетического материала, перманентного скрещивания и создания «новых типов» перейти к политике импорта, разработке и внедрению современных методов и технологий селекции и воспроизводства животных.
2. Внедрение *системы* управления селекционным процессом, которая включала бы все уровни (стадо - региональная популяция - порода) и этапы: планирование, внедрение и контроль.

Для эффективного управления селекционным процессом необходима полная, качественная и надежная информация, как об отдельном животном, так и о породе в целом. С момента начала работ по созданию информационной системы в молочном скотоводстве, СЕЛЭКС-Россия, основное внимание концентрировалось на компьютеризации ведения учета, происхождения, продуктивности и воспроизводства животных. В частности, большая работа выполнена в ООО РЦ «Плино» и ВНИИ племенного дела по созданию системы баз данных, сокращению времени между сбором данных и их обработкой, составлению планов запуска, осеменения и отелов, оптимизации рационов и т.п. Селекционным задачам уделялось значительно меньше внимания (бонитировка, оценка быков по качеству потомства). В настоящей работе будут рассмотрены вопросы стратегии генетического улучшения животных, тактического и оперативного планирования, программного и информационного обеспечения селекционного процесса, т.е. тот круг вопросов, которые в том или ином аспекте связаны с созданием информационной системы управления селекцией молочного скота.

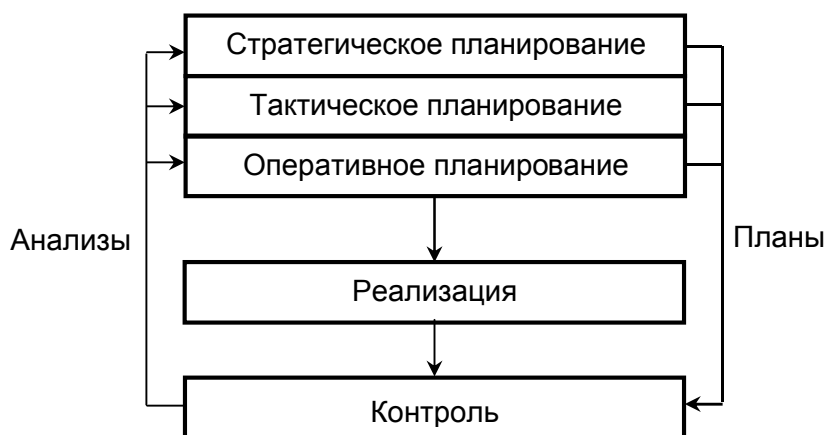
---

\* Исключая стада «племенных» хозяйств, в которых проводится поглотительное скрещивание поголовья «лучшим мировым генофондом».

\*\* Аналогичная ситуация в племенном свиноводстве, коневодстве и т.д.

## Стратегия генетического улучшения

Управление, в общем значении, есть процесс принятия решения, включающий оценку ситуации и состояния объекта управления, выбор воздействий и их реализацию. Процесс управления является циклическим и включает три основные функции: планирование, реализацию и контроль. Рис. 1 иллюстрирует концепцию непрерывного, циклического процесса управления.



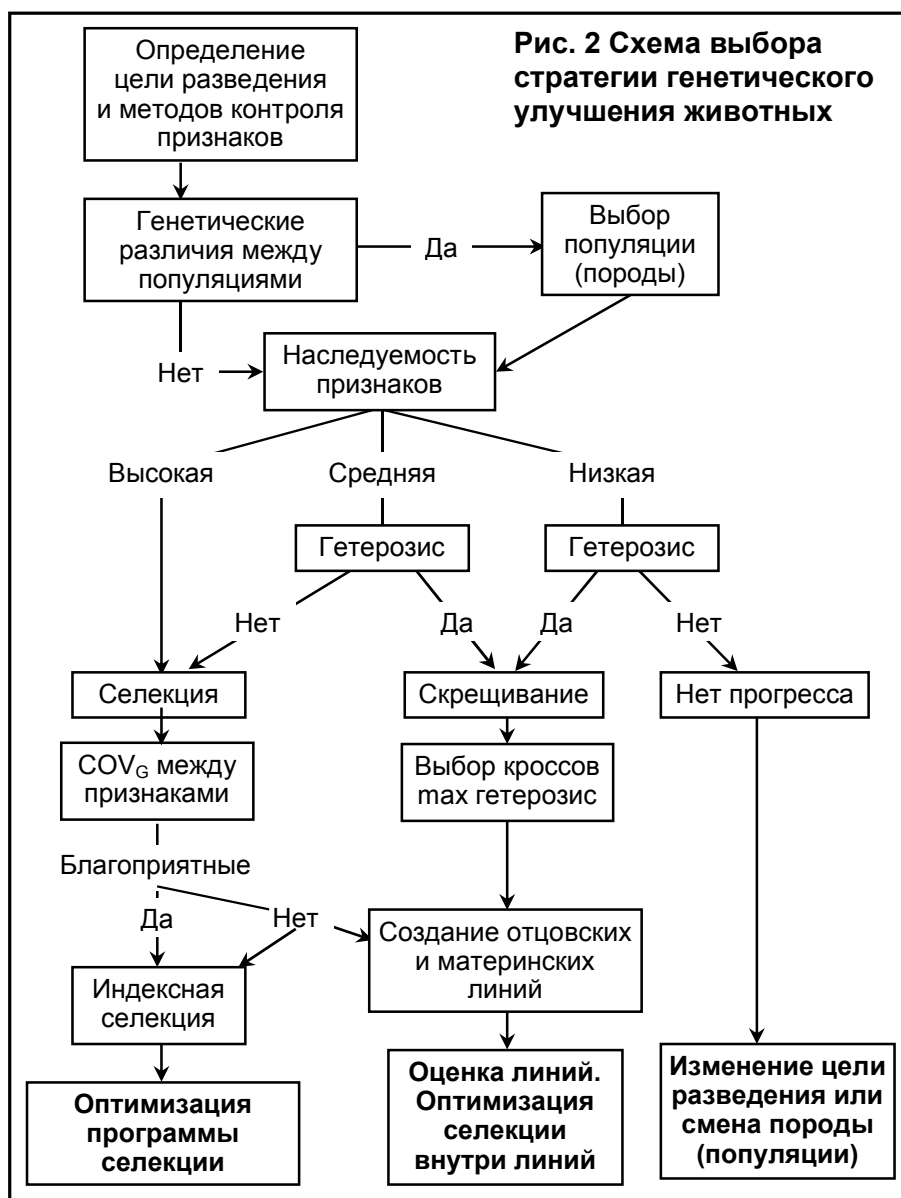
**Рис. 1** Схема цикл управления

Эта схема применима и в животноводстве. Так, при генетическом улучшении животных необходимость в принятии решений имеет место на стратегическом, тактическом и оперативном уровнях. На стратегическом уровне - это определение цели разведения, выбор системы разведения (селекция или скрещивание), схемы скрещивания, породы, линий. На тактическом - выбор программы селекции в рамках системы разведения. На оперативном уровне - это решения по реализации отдельных мероприятий программы селекции или скрещивания.

Стратегическое планирование обычно относят к племенной политике на длительный период времени, и/или к вопросам больших капиталовложений (перспективное планирование). На рис. 2 дана схема выбора стратегия генетического улучшения молочного скота.

Определение цели разведения и методов учета признаков в большинстве случаев не вызывает затруднений (удой, компоненты молока, живая масса). Однако при включении в цель разведения признаков экстерьера, качества мяса, эффективности использования корма, воспроизводства, устойчивости к болезням и т.п. могут возникнуть проблемы с учетом и оценкой их экономической значимости.

Очень важным элементом стратегического планирования является анализ возможностей генетического улучшения животных по признакам, включенным в цель разведения. Необходима оценка, во-первых, уровня генетических различий между породами; во-вторых, уровня внутривидовой аддитивной генетической изменчивости (наследуемости).



Знание межпородных генетических различий служит предпосылкой для принятия решения о необходимости улучшения или замене имеющейся породы. Замена породы продолжительный и дорогостоящий процесс. Для того, чтобы оправдать затраты, генетические различия между породами должны быть не менее 20%. Поэтому, когда поднимается вопрос о разведении како-

го-либо скота, то для выбора породы необходимы оценки межпородных генетических различий.

Оценки наследуемости признаков являются отправным моментом для принятия решения о системе разведения. При достаточно высокой наследуемости признаков улучшение скота может быть достигнуто селекцией (оценкой, отбором и подбором животных в пределах породы). В противном случае встает вопрос об оценке неаддитивной генетической изменчивости, т.е. о возможности использования скрещивания пород для получения эффекта гетерозиса.

Если уровень гетерозиса имеет экономическое значение, то тогда возникает необходимость в выборе системы скрещивания для максимизации гетерозиса. Это требует проверку и оценку пород или линий, как практикуется в птицеводстве. В типичной ситуации, когда цель разведения комплексная, использование эффекта гетерозиса для одних признаков, может сопровождаться внутрилинейной селекцией по другим признакам.

В случае, когда уровень аддитивной генетической изменчивости достаточен для проведения эффективной селекции, встает вопрос об оценке генетической взаимосвязи признаков. При неблагоприятных корреляциях принимается решение или о селекции по индексам, включающим комплекс признаков, или о создании линий по антагонистическим признакам с последующей внутрилинейной селекцией. При благоприятных корреляциях наилучшим решением будет выбор индексной селекции животных.

Очень низкие коэффициенты наследуемости признаков и незначительный эффект гетерозиса указывают на то, что все усилия по генетическому улучшению популяции будут, с большой степенью вероятности, напрасными. В этом случае встает вопрос или о пересмотре цели разведения или о замене породы.

### **Тактическое планирование**

У большинства экономически важных признаков молочного скота аддитивная генетическая изменчивость достаточная для разработки эффективных программ селекций (тактическое планирование). И это хорошо, т.к. воздействие селекции на генетический прогресс накапливается из поколения в поколение. Гетерозис же проявляется только в одном поколении. Для его воссоздания необходимо поддерживать структуры пород, кото-

рые участвуют в скрещивании. А это связано с большими затратами.

На рис. 3 дана схема селекционного процесса в популяции.

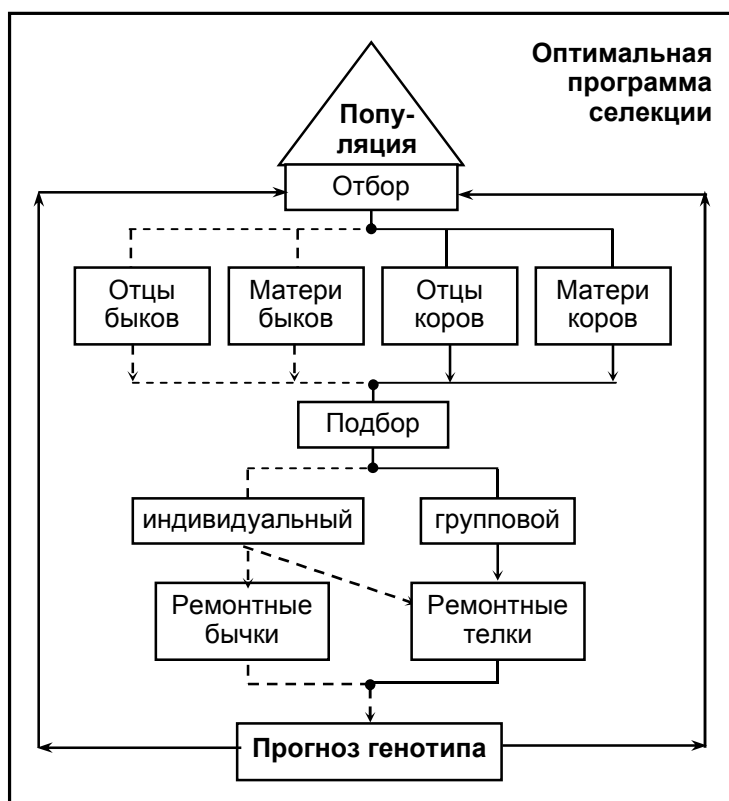


Рис. 3. Схема селекционного процесса

В товарном стаде селекционный процесс отличается от приведенной схемы. В частности, в нем нет селекция производителей и матерей быков. Но независимо от объекта (порода, племенное или товарное стадо), селекционный процесс включает три основных элемента:

- оценку генотипа животных,
- отбор животных с лучшими генотипами и
- подбор пар для получения следующего поколения ремонтного молодняка.

Количественные показатели регламентируются программой селекции, степень эффективности которой может быть достаточно точно прогнозироваться.

С функциональной точки зрения задачи тактического (и оперативного) планирования можно объединить в этапы планирования. Этапы планирования логически взаимосвязаны. Эта взаимосвязь предполагает определенный процесс реализации этапов планирования, т.е. процесс планирования.

На рис. 4 изображены этапы процесса планирования и их взаимосвязь. Кроме того, показана взаимосвязь между процессом планирования и реализацией плана, а также между процессом планирования и этапами реализации плана.

Первоочередной задачей эффективного планирования любого уровня является **постановка цели**. Цель должна быть четкой, осуществимой и актуальной. Например, цель разработки программы селекции может быть определена как: «Повышение чистого дохода от коровы на максимально возможную величину». А цель разработки плана заказного осеменения - как: «Получение теленка с высокой племенной ценностью и с минимальным коэффициентом инбридинга». Это «цели до планирования». В процессе планирования цели реализуются в конкретные планы (например, программа селекции или план заказного осеменения).

Они содержат цели для выполнения плана - «цель после планирования» (например, оптимальная доля коров, осеменяемых спермой проверяемых быков, или число быков, которых необходимо ежегодно ставить на проверку по качеству потомства). Таким образом, цель является, с одной стороны, предпосылкой, с другой стороны, результатом планирования.

**Анализ проблем** включает в себя выявление негативных отклонений фактического состояния (показателей) от «целей после планирования». Обязательными предпосылками анализа про-

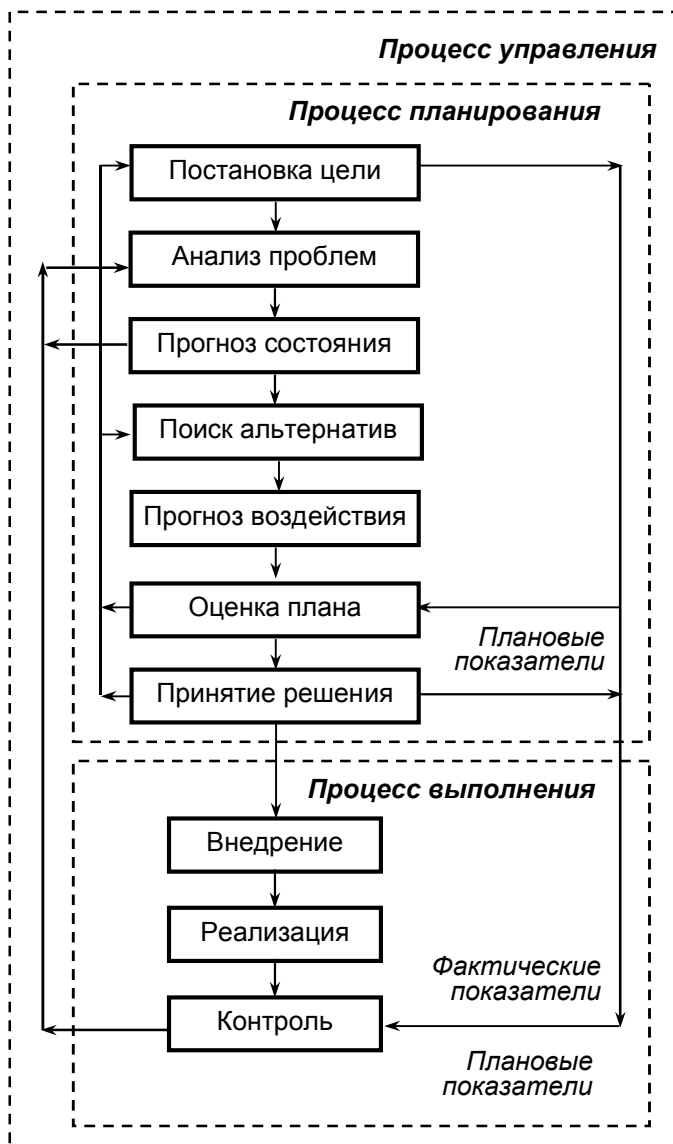


Рис. 4 Общая схема процесса управления

блем являются достаточно точное и подробное описание «цели после планирования» и контроль. Например, контроль точного выполнения программы селекции заключается в периодической оценке соответствия реализованного генетического прогресса прогнозу. Контроль и анализ проблем, прежде всего, касаются параметров популяции и программы селекции, экономических показателей, выполнения решений и их реализации.

**Прогноз состояния** заключается в предвидении будущих изменений в условиях проведения селекции. Причем прогноз изменений не только структуры популяции, экономической ситуации, методов селекции, но и научного прогресса, например, использования в селекции биотехнологических методов (супероуляция и трансплантация эмбрионов, долговременное хранение эмбрионов, размножение эмбрионов *in vitro*, клонировании, определение пола и т.п.). Прогноз состояния призван обеспечить своевременное выявление будущих проблем, исходя из ожидаемых изменений. В этом отношении прогноз состояния связан с анализом проблем.

Выявленные существующие и будущие проблемы стимулируют **поиск альтернатив**. Задача этого этапа состоит в нахождении альтернативных вариантов селекционных мероприятий или программы селекции, которые обеспечили бы максимально высокую вероятность достижения цели. Эффективным средством на этом этапе является компьютерное имитационное моделирование. Например, моделирование различных вариантов подбора или программы селекции (Зоотехния, 1996, № 1). Поиск альтернатив тем интенсивнее, чем четче были сделаны анализ проблем и прогноз состояния.

На этапе **прогноза воздействия**, во-первых, исследуется возможность реализации альтернативных предложений в техническом, организационном и экономическом отношениях, и, во-вторых, оценивается вероятность достижения поставленной цели. Здесь также необходимо использовать компьютерное моделирование. Так, изменяя демографические параметры популяции, значения селекционных и экономических факторов можно прогнозировать эффективность селекции при возможных в будущем производственных и экономических условиях проведения селекционных мероприятий. Прогноз воздействия является основой для оценки планов.

Задача этапа **оценки планов** (программ селекции) состоит в ранжировании альтернативных вариантов по эффективности достижения цели. Имеет значение надежность планов и прогнозов, заложенных в основу плана, их логическая законченность. Если ни один из представленных альтернативных планов или вариантов программы селекции не удовлетворяют требованиям, то тогда или планирование является недостаточно качественным, или цели недостижимы и должны быть скорректированы.

В принципе, для выбора оптимального варианта программы селекции могут быть использованы различные критерии: ожидаемый генетический прогресс, доход, затраты, чистый доход или их комбинации (например, максимальный генетический прогресс при минимальных затратах). Критерий для выбора оптимального варианта значительно влияет на параметры программы селекции и эффективность. Решение, какой вариант программы селекции может быть использован для внедрения, принимает руководство ассоциации по породе (или селекционер стада, фермер) на основании имеющегося опыта, с учетом реальных возможностей и будущих производственно-экономических условий.

Этап **принятия решения** представляет собой окончательный выбор и утверждение одного из альтернативных вариантов программы селекции. Показатели, характеризующие программу селекции (цели после планирования), должны быть четкими и измеряемыми. Они становятся обязательными и являются ориентирами для выполнения.

Прогноз воздействия, оценка и принятие решения связаны наличием альтернативных вариантов. Эти этапы могут быть стабильной составной частью процесса планирования только в том случае, если они являются поиском альтернатив.

Задачами этапа **внедрения** являются:

- а) ознакомление лиц, участвующих в реализации плана мероприятий или программы селекции, с возложенными на них задачами (знание);
- б) обеспечение их необходимыми ресурсами и компетенцией (умение);
- в) обоснование необходимости этих задач (желание).

На этапе **реализации** осуществляется непосредственное исполнение отдельных мероприятий по утвержденному плану или программе селекции. Чем более детально был проработан и из-



ложен план мероприятия или программа селекции, тем меньше у исполнителей будет свободы действия.

На этапе **контроля** осуществляется анализ (биометрический) данных племенного и зоотехнического учета с целью оценки фактического состояния и сравнения с плановыми показателями. Контроль включает оценку параметров популяции и эффективности селекции, анализ изменения цен и затрат, интенсивности отбора, заказного осеменения, использования молодых бычков, а также контроль за племенным учетом. Контроль является исходным моментом для анализа проблем и, тем самым, всего планирования. Систематический контроль способствует совершенствованию планирования (корректировка планов и выполнения) и, следовательно, управлению селекционным процессом.

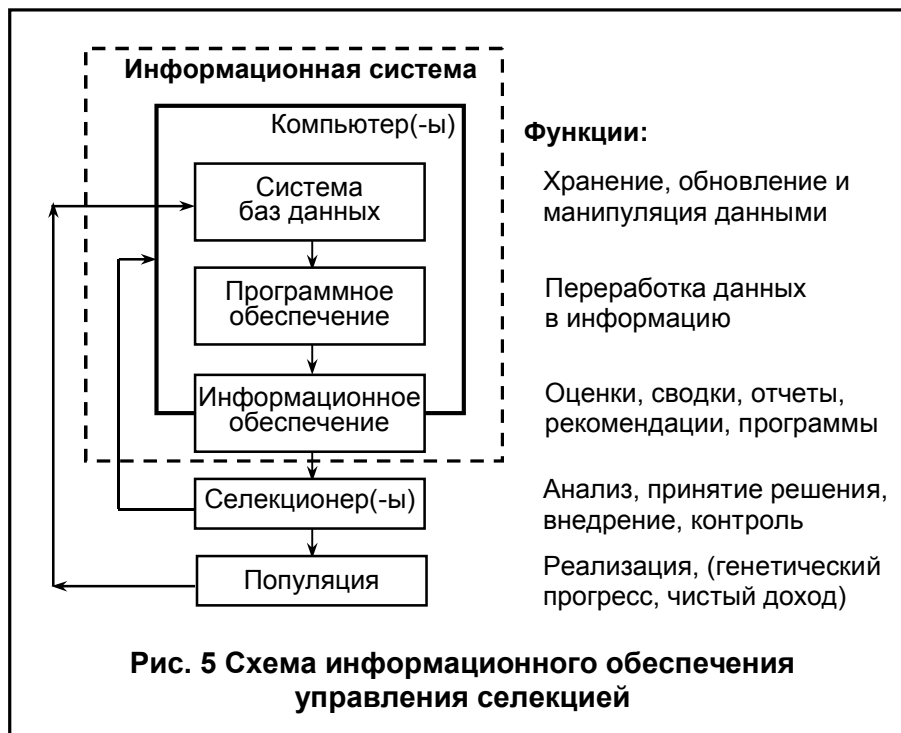
### **Информационная система**

Управление селекцией нуждаются в средствах сбора, накопления, обработки и передачи информации для принятия правильных решений. Кроме того, при быстромменяющихся экономических условиях фермер, селекционер хозяйства, специалисты племпредприятий, селекционных центров и/или ассоциаций по породам должны иметь средство для быстрого реагирования на эти изменения. Этим средством является информационная система. Эффективность селекции значительно зависит от информационного обеспечения. Убедительным свидетельством этого являются высокие темпы генетического улучшения животных в странах Западной Европы и Северной Америки, где информационные системы функционируют с 60-х годов прошедшего века. Генетический прогресс в этих странах составляет более 100 кг молока на корову в год (в голштинской породе США - 180 кг/год). Воздействие информационной технологии на эффективность селекции осуществляется через:

- a) качественную и полную систему учета;
- b) сокращение времени между сбором данных, их обработкой и принятием решения;
- c) использование более сложных и эффективных методов селекции.

Цель информационной системы - переработка первичных данных в информацию, пригодную для эффективного управления

процессом селекции. Представленная ниже схема (рис. 5) определяет тот широкий круг задач, которые должна решать информационная система в процессе ее эксплуатации.



Система должна выдавать селекционерам такую информацию, которая обеспечила бы выполнение всех функций процесса управления селекцией:

- а) принятие оптимальных решений на оперативном, тактическом и стратегическом уровнях;
- б) быстрое внедрение и точную реализацию принятых решений;
- в) действенный контроль за реализацией принятых решений.

Немаловажное значение имеет взаимодействие «человек×компьютер». При этом роль компьютера сводится к накоплению, хранению, обновлению, обработке, поиску и выдаче селекционерам необходимой информации (максимум информации при минимальных затратах времени и средств). Роль человека - к принятию на основе полученной информации правильных решений на уровне стада, региона, породы (анализ, планирование, выполнение, реализация и контроль).

Концепция информационной системы включает в себя следующие положения:

1. *Подход к селекции как к динамичной системе управления процессом генетического совершенствования пород молочного скота различной численности.* Система должна быть гибкой и быстро реагировать на изменения экономических условий и племенной политики.
2. *Ориентация на современные методы селекции.* Математическое обеспечение системы должно базироваться на теории селекции животных, теории обобщенных линейных моделей и экономико-математических методах.
3. *Ориентация на фермеров, селекционеров хозяйств, специалистов племпредприятий, селекционных центров и/или ассоциаций по породам.* Система должна предоставлять лицам, принимающим решение, необходимую информацию в понятной форме.
4. *Ориентация на максимальную генетико-экономическую эффективность селекции.* Система должна обеспечить лиц, принимающих решение, такой текущей и перспективной информацией, которая гарантировала бы максимальную эффективность селекции.
5. *Независимость от системы ведения учета данных.* Программное обеспечение системы должно работать с любой базой данных.

Эти положения легли в основу создания на базе ПК специального программного обеспечения. Оно включало, как стандартные пакеты программ, так и оригинальные программы, решающие отдельные селекционные задачи.

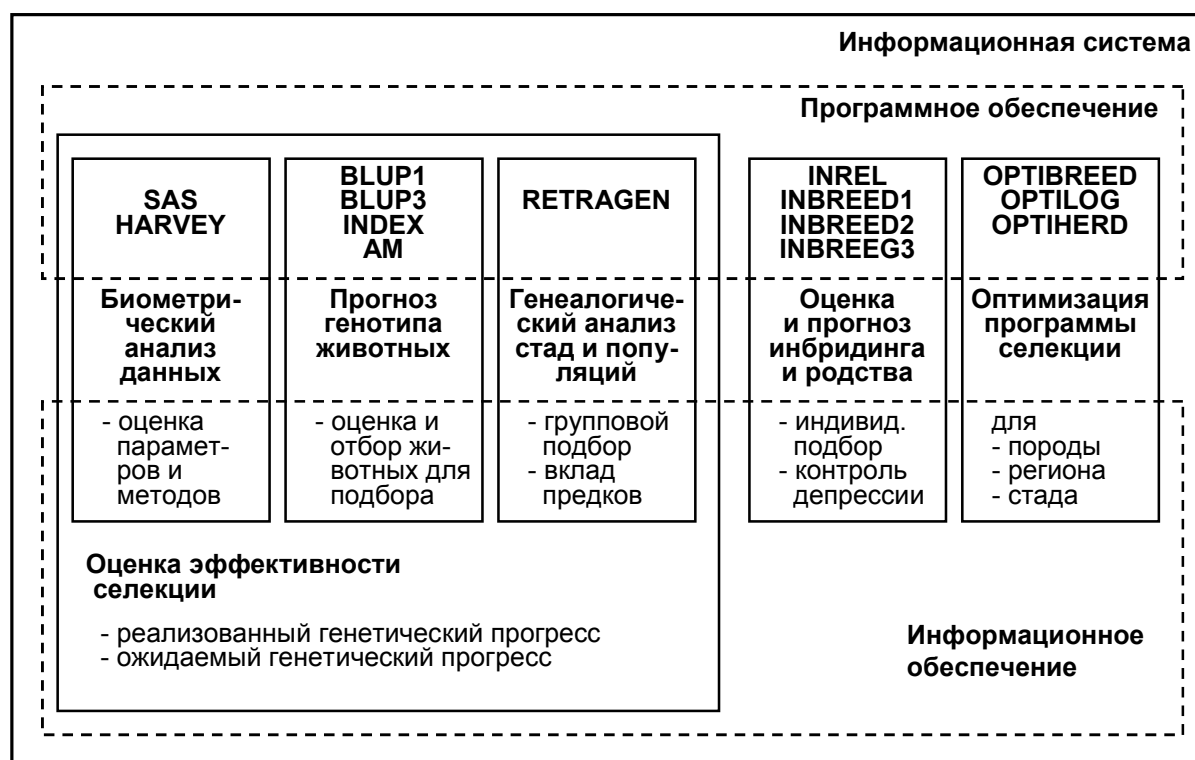
### **Программное и информационное обеспечение**

Информационная система включает следующие основные блоки задач (рис.6):

- биометрический анализ данных;
- прогностическая оценка генотипа животных;
- генеалогический анализ стад и пород;
- анализ инбридинга и родства;
- оценка эффективности селекции;
- оптимизация программы селекции.

**Биометрический анализа данных.** Блок предназначен для оценки существующего положения дел: а) оценки линий, семейств, результатов скрещивания, опытов, экспериментов, пара-

метров популяции, генетических различий между стадами; б) анализа компонентов фенотипической изменчивости, оценки степени и достоверности влияния средовых и генетических факторов; в) расчета селекционно-генетических параметров (повторяемость, наследуемость, генетические, средовые и фенотипические корреляции); г) диагностики и прогноза методов разведения и селекции животных.



**Рис. 6. Блоки основных задач информационной системы управления селекцией молочного скота**

Блок включает такие пакеты программ, как **SAS** и **HARVEY**. Эти программы имеют широкий диапазон аналитических средств и статистических процедур: описательная одновариантная статистика (средняя, ошибка, стандартное отклонение, коэффициент изменчивости, асимметрия, эксцесс и т.д.), корреляционный анализ (парная, ранговая, каноническая корреляции), регрессионный анализ (простой, множественный, полиномиальный, мультивариантный), многофакторный дисперсионный и ковариационный анализы (структура данных сбалансированная и несбалансированная, план обработки - кроссклассификационный и иерархический, тип модели - фиксированный, случайный и смешанный); другие виды анализов такие, как частотный, факториальный, кла-

стерный, дискриминантный,  $\chi^2$ -квадрат, а также корректировка и нормализация данных, проверка гипотез, построение графиков.

Результаты статистического анализа данных используются в других блоках для генетической оценки животных, конструирования селекционных индексов, оптимизации программ селекции и для интерпретации механизмов наследования количественных признаков.

**Генетическая оценка животных** - стержень информационной системы. Блок обеспечивает оценку племенной ценности по каждому экономически важному признаку и конструирование селекционного индекса по комплексу признаков.

Данные о животном поступают из разных источников, в разном объеме, в разные периоды жизни. Обычно это данные о продуктивности предков, индивида, потомства. Для их эффективного использования разработана система поэтапной оценки племенной ценности. Система включает расчет племенной ценности по происхождению, собственной продуктивности, качеству потомства и комбинированной племенной ценности, включающей все источники информации.

Комбинированная племенная ценность для коров объединяет результаты оценок племенной ценности по происхождению и собственной продуктивности. Комбинированная племенная ценность для быков объединяет результаты оценки племенной ценности быка по происхождению и племенной ценности по качеству потомства. Расчет комбинированной племенной ценности особенно необходим для матерей быков и быков, которые имеют небольшое число дочерей. Исследования показали, что при расчете комбинированной племенной ценности точность прогноза генотипа коров повышается на 5-28%, быков - на 3-6%. Расчет племенной ценности ремонтного молодняка по происхождению базируется на оценках комбинированной племенной ценности отцов и матерей.

Известно, что наиболее точным методом оценки племенной ценности животных является метод наилучшего линейного несмещенного прогноза, **BLUP**. Поэтому для оценки племенной ценности производителей по качеству потомства разработана программа **BLUP1**, коров по первым трем лактациям - программа **BLUP3**.

Программа **BLUP1** учитывает при оценке быков уровень кормления и технологию содержания в хозяйствах, где лактировали дочери быка; год и сезон отела дочерей; эффект взаимодействия между хозяйством, годом и сезоном отела; число дочерей у оцениваемого быка и распределение их по хозяйствам, число сверстниц, число отцов сверстниц, генотип отцов сверстниц (конкуренцию); интенсивность селекции и кровность быков по улучшающей породе (генетический тренд). Программа **BLUP1** позволяет оценивать быков по различным биометрическим моделям и за один сеанс работы рассчитывать племенную ценность быков по шести признакам (возможна оценка быков по иным, чем молочная продуктивность, признакам, например, по типу).

При оценке быков по молочной продуктивности дочерей для программы **BLUP1** требуется следующий минимум данных: код хозяйства, номер дочери, идентификационный номер отца, год и месяц отела, число дойных дней, продуктивность за 305 дней или укороченную лактацию.

Выходная таблица программы **BLUP1** содержит следующую информацию по быку: число физических и эффективных дочерей, число групп стадо-год-сезонов, в пределах которых оценивался бык; достоверность оценки; среднюю продуктивность и прогнозируемую разность дочерей; абсолютную и относительную племенную ценность быка, его ранг. Эта информация соответствует рекомендациям международной рабочей группы по методам оценке племенной ценности производителей (**INTERBULL**). Использование программы **BLUP1** повышает достоверность оценки генотипа производителей на 8-20% и более.

Программа **BLUP3** обеспечивает анализ структуры данных, расчет корректур-факторов и предварительную корректировку продуктивности коров на номер лактации, возраст при отеле, продолжительность сервис-периода и лактации, как в пределах стада, так и по всем стадам; получать справочную статистическую информацию до и после корректировки; учитывать и элиминировать влияние таких средовых факторов, как уровень кормления, условия содержания, год отела, сезон отела и их взаимодействие.

Программа **BLUP3** рассчитывает по 5 признакам: а) племенную ценность коровы только по собственной продуктивности; б) племенную ценность коровы с учетом племенной ценности отца;

в) продуктивную способность коровы в последующие лактации. Использование программы **BLUP3** повышает достоверность оценки генотипа коров на 40% и более.

По запросу селекционера программа **BLUP3** может рассчитывать среднюю племенную ценность первотелок и/или всех коров по годам рождения и/или отела, генетический тренд в каждом стаде и/или в целом по всем стадам, используя информацию, как по первотелкам, так и по всем коровам.

Программа **BLUP3** может быть использована также для оценки племенной ценности быков по молочной продуктивности дочерей за первые три лактации и племенной ценности по собственным показателям.

Для получения обобщенной информации о наследственных качествах животных в блоке предусмотрен расчет селекционного индекса по комплексу признаков. Процедура конструирования селекционного индекса имеет следующие отличительные особенности:

- используются не фенотипические значения признаков, а оценки племенной ценности;
- каждый признак индексируется в отдельности;
- при расчете экономических весов признаков учитывается вероятная реализация генотипа животного у его потомков в последующих поколениях.

Процедура конструирования селекционного индекса универсальна и не зависит от источника информации. При расчете селекционного индекса могут быть использованы оценки племенной ценности по происхождению, или по собственной продуктивности, или по качеству потомства, или оценки комбинированной племенной ценности. Индексация каждого признака позволяет варьировать экономическими весами без решения системы линейных уравнений.

Использование индексов в селекции животных позволяет достичь более высокого селекционного сдвига по комплексу признаков, чем это возможно при других методах отбора. Исследования показали, что при отборе быков по селекционному индексу, включающему признаки молочной и мясной продуктивности, общий эффект селекции был на 11% выше, чем при поэтапном отборе.

В целях совершенствования программного обеспечения проводятся исследования по использованию для генетической оценки животных процедуры **BLUP Animal Model (BLUP AM)**. Особенностью **BLUP AM** является то, что одновременно могут быть оценены все животные независимо от пола и возраста с привлечением данных обо всех имеющихся родственниках.

**Генеалогический анализ популяции.** Блок предназначен для ретроспективного анализа родословных животных. Родословные содержат в себе информацию о системе человеческого труда, вложенного в процессе генетического совершенствования стада или породы. Для оценки эффективности этой системы и для более обоснованного дальнейшего генетического совершенствования популяции разработана программа **RETRAGEN**.

Программа **RETRAGEN** обеспечивает анализ динамики генетической структуры популяции, оценку предполагаемого вклада выдающихся (не выдающихся) предков в генофонд, рекомендации по групповому подбору и, используя оценки племенной ценности животных, прогноз генетического тренда по хозяйственно-полезным признакам.

**Оценка и прогноз инбридинга и родства.** Блок включает следующие программы: **INREL**, **INBREED1**, **INBREED2** и **INBREED3**.

Программа **INREL** обеспечивает расчет коэффициентов инбридинга и родства животных. Коэффициенты рассчитываются как для каждого индивида или пары индивидов, так и для группы индивидов или пар индивидов. Программа **INREL** может генерировать родословные животных до 6 ряда предков и учитывать коэффициент инбридинга общего предка. За один сеанс работы программа **INREL** может анализировать до 1000 индивидов, рассчитывать коэффициенты инбридинга для 500 индивидов, рассчитывать коэффициенты родства для 250 пар индивидов. Программа **INREL** может работать в режиме расчета только коэффициентов инбридинга, расчета только коэффициентов родства, расчета коэффициентов инбридинга и родства.

Программа **INREL** может быть использована для разработки рекомендаций по индивидуальному подбору. При планировании индивидуального подбора привлекается информация из блока генетической оценки животных. Критерием оптимального подбора является максимальная племенная ценность будущего потомства



при минимальном или заданном коэффициенте инбридинга. Выходная информация программы **INREL** может быть использована также для анализа влияния инбридинга на хозяйственно-полезные признаки и болезни (контроль инбредной депрессии), анализа гомо- и гетерозиготности популяции.

Программы группы **INBREED** предназначены для расчета ожидаемой скорости инбридинга и родства при разработке и внедрении селекционных программ. По программе **INBREED1** рассчитываются среднегодовые скорости инбридинга и родства. По программе **INBREED2** - динамика инбридинга, родства и генетической изменчивости для первых  $n$  лет внедрения системы разведения, по программе **INBREED3** - динамика инбридинга и родства между животными по поколениям.

**Оценка эффективности селекции.** Этот блок обеспечивает оценку реализованного генетического прогресса и прогноз эффективности проводимой в текущее время селекционной работы. В блоке используются пакеты программ и результаты блоков биометрического анализа данных, генетической оценки животных и генеалогического анализа популяции.

**Оптимизация программ селекций.** Блок включает следующие пакеты программ: **OPTIBREED**, **OPTILOC** и **OPTINERD**. Программы разработаны на основе современной теории селекции животных, экономико-математических методов и возможностей имитационного моделирования.

Программа **OPTIBREED** предназначена для оптимизации селекционного процесса в популяциях молочных и молочно-мясных пород скота на уровне области, региона, зоны, породы. Программа **OPTIBREED** позволяет оценить последствия различных организационных, зоотехнических и селекционных мероприятий на генетико-экономическую эффективность племенной работы. С помощью программы **OPTIBREED** можно оптимизировать размер активной (племенной) части популяции, банк спермы для долговременного хранения, число дочерей для проверки быков по потомству, интенсивность отбора быков по собственной продуктивности и по качеству потомства, селекцию отцов быков, отцов коров и матерей быков, использование лучшего мирового генофонда, масштабы скрещивания с быками мясных пород. По программе **OPTIBREED** можно моделировать системы

селекции, как с ограниченным, так и с широким использованием молодых быков. Для выбора оптимального варианта в программе **OPTIBREED** предусмотрены следующие критерии: генетический прогресс, доход, затраты, чистый доход, рентабельность, генетический прогресс и чистый доход, генетический прогресс и затраты. При использовании программы **OPTIBREED** рассчитываются многочисленные варианты программы селекции и по перечисленным выше критериям выдаются оптимальные. Например, можно разработать программу селекции, которая обеспечит получение максимального генетического прогресса при минимальных затратах.

Программа **OPTILOC** предназначена для оптимизации селекционного процесса в племенных и генофондных стадах, малочисленных локальных популяциях. Программа **OPTILOC** дает возможность использовать оптимизационный подход при разработке планов сохранения генофонда сокращающихся и исчезающих пород скота. Программа **OPTILOC** позволяет максимизировать генетический прогресс, минимизировать инбридинг, оптимизировать размер и ремонт племядра и основного стада, оптимизировать селекцию производителей и матерей быков, оценить последствия различных организационных, зоотехнических и селекционных мероприятий на эффективность племенной работы и инбридинг.

Программа **OPTIHERD** предназначена для оптимизации разведения и селекции коров в племенных и товарных стадах. Программа **OPTIHERD** позволяет использовать оптимизационный подход при разработке долгосрочных и краткосрочных планов; осуществлять генетический, продуктивный и экономический прогнозы; оптимизировать селекцию коров и использование быков; максимизировать темп генетического совершенствования стада; максимизировать производство молока и мяса; оптимизировать сроки выбраковки животных и реализации сверхремонтного молодняка; анализировать и прогнозировать последствия различных организационно-зоотехнических мероприятий, изменения экономической ситуации, инфляционных процессов; разрабатывать мероприятия по минимизации затрат и максимизации чистого дохода.

Рассмотренные блоки и пакеты программ могут быть относительно легко интегрированы в информационную систему любого уровня (стадо, экономический регион, порода). Следует также отметить, что большинство программ (за исключением **OPTIBREED**, **OPTILOC**, **OPTIHERD**) могут быть использованы в информационных системах других видов животных.

Комплексная работа рассмотренных выше программ создает для селекционеров информационное обеспечение основных мероприятий по селекции животных: контроль и анализ эффективности племенной работы, генетическая оценка животных и отбор лучших, индивидуальный и групповой подбор, краткосрочное и долгосрочное планирование. Выходные данные компьютерных программ обеспечивают селекционеров необходимой информацией для эффективного управления процессом селекции, т.е. для принятия оптимальных решений, как по текущей селекционной работе, так и по тактическому и стратегическому планированию. Программное обеспечение ориентировано на то, чтобы селекционеры могли оценить эффективность своего труда в прошлом, эффективно осуществлять оценку, отбор и использование племенных животных в настоящем, разрабатывать оптимальные программы селекции для будущего.

Программное обеспечение позволяет использовать прогрессивные методы селекции, освобождает селекционеров от рутинной работы, дает возможность переключиться на дела, связанные с принятием решений. Кроме практических целей селекции, пакеты программ могут быть использованы для анализа производственно-хозяйственных опытов, экспериментов по селекции и научных исследований.

Программное обеспечение представляет собой совокупность самостоятельных программ. Поэтому они могут быть использованы как для интеграции в уже имеющиеся информационные системы или базы данных, так и при создании новых, путем их поэтапного внедрения.

Разработка информационных систем управления селекцией или приобретение отдельных пакетов программ связаны со значительными затратами. Эти затраты должны окупаться дополнительной продукцией за счет повышения генетического потенциала животных и, следовательно, генетического прогресса.

Одним из важнейших факторов, влияющих на генетический прогресс, является точность или достоверность генетической оценки животных. Поэтому программное обеспечение информационной системы должно включать самые современные и эффективные методы оценки племенной ценности, такие, как **BLUP** или **BLUP Animal Model**.

Второй важный фактор, определяющий генетический прогресс, - интенсивность отбора животных. Каким бы идеальным ни было программное обеспечение, какие бы сверхточные методы оценки племенной ценности мы в нем бы ни использовали, эффективность селекции будет низкой, если низкой будет фактическая интенсивность отбора и использование родителей ремонтного молодняка. Только на основе разработки и реализации научно-обоснованной селекционной программы, в которой оптимизированы все параметры, можно добиться максимального генетического улучшения животных.

Итак, управление генетическим совершенствованием животных - это непрерывный процесс принятия решений, который включает три функции: планирование, реализацию и контроль. Планирование может быть стратегическим, тактическим и оперативным. Планирование на стратегическом уровне - это выбор породы, цели разведения, системы разведения (селекция или скрещивание). Разработка селекционной программы - это тактический уровень планирования, а планов по реализации отдельных ее мероприятий - оперативный.

Большинство хозяйственно-полезных признаков молочного скота имеют достаточно высокую аддитивную генетическую изменчивость. Это дает возможность внутривидового улучшения животных посредством селекции, основными «инструментами» которой являются: оценка генотипа животных, отбор лучших и подбор по оценкам родителей ремонтного молодняка.

Процесс управления селекцией включает: постановку цели (в чем заключается проблема), анализ проблем и прогноз состояния (чем вызвана проблема), поиск альтернатив и прогноз воздействий (каковы возможные решения), оценку (какие решения самые лучшие), принятие оптимального решения, выполнение и контроль за выполнением.

Для эффективного управления селекцией необходимо средство переработки многочисленных первичных данных в информацию, т.е. информационная система. Её цель - обеспечить селекционеров любого уровня полной, качественной и объективной информацией для принятия оптимальных решений по оценке, отбору и использованию племенных животных.

В информационной системе выделяются такие блоки задач, как: биометрический анализ данных, прогностическая оценка генотипа животных, генеалогический анализ популяции, анализ инбридинга и родства, оценка генетических трендов, оптимизация программы селекции. Эти задачи решаются с помощью специальных компьютерных программ, которые создают для селекционеров информационное обеспечение основных мероприятий по селекции: контроль и анализ эффективности племенной работы (SAS, HARVEY), генетическая оценка животных (BLUP1, BLUP3, BLUP AM), индивидуальный и групповой подбор (INREL, RETRAGEN), краткосрочное и перспективное планирование (OPTIHERD, OPTILOC, OPTIBREED). Программное обеспечение информационной системы позволяет оценить результаты племенной работы в прошлом, эффективно улучшать животных в настоящем, разрабатывать оптимальные планы и программы селекции для будущего.

Эффективность селекции определяется величиной генетического прогресса. Последний зависит от достоверности оценки племенной ценности животных, интенсивности отбора и использования лучших в качестве родителей ремонтного молодняка. Только при прогнозе генотипа животных современными методами, точном и полном выполнении выбранного оптимального варианта программы селекции племенная работа с породой (стадом) может быть эффективной, а использование информационных технологий - экономически оправданным.

#### **Литература:**

1. Кузнецов В.М. *Математическая имитация селекционного процесса в стаде молочного скота* // Генетика.-1988.-Т. 24.-№ 12.-С. 2243-2252.
2. Кузнецов В.М., Князева Т.А. *Моделирование селекционного прогресса в стаде красной степной породы* // Доклады Россельхозакадемии.-1993.-№ 1.-С. 82-89.

3. Кузнецов В.М. *Разработка оптимальных программ селекций в молочном скотоводстве* // Зоотехния.-1996.-№ 1.-С. 5-13.
4. Borner H.J., Momm H., Fewson D. *Organisation der Zuchtplanung* // Zuchtungskunde.-1981.-Bd. 53.-№ 2.-S. 81-92.
5. Cunningham E.P. *Current developments in the genetics of livestock improvement* // Anim. Blood Grups biochem. Genet.-1976.-№ 7.-P. 191-200.
6. Jalvingh A.W. *The possible role of existing models in on-farm decision support in dairy cattle and swine production* // Liv. Prod. Sci.-1992.-V. 31.-№ 3/4.-P. 351-365.

**Работа подготовлена по публикациям:**

1. Кузнецов В.М. *Создание информационных систем управления селекцией молочного скота* // Зоотехния, 1996.- № 10.-С. 2-10.
2. Кузнецов В.М. *Программное и информационное обеспечение селекции животных* // Доклады Россельхозакадемии.-1998.-№ 4.-С. 30-32.
3. Кузнецов В.М. *Управление селекционным процессом в животноводстве* // «Эффективность аграрной науки в сельскохозяйственном производстве Евро-Северо-Востока»: Материалы научно-практической конференции (14-16 июля 1999 г.). Киров, 2000.-С. 139-144.
4. Кузнецов В.М. *Концепция управления селекционным процессом в молочном скотоводстве* // «Интеграция научных разработок в аграрном секторе рыночной экономики»: Сб. науч. тр. Новая Вилга: Карельская ГСХОС РАСХН, 2002.-С. 31-35.
5. Кузнецов В.М. *Научное обеспечение селекции животных на Северо-Востоке России* // «Актуальные проблемы селекции и генетики сельскохозяйственных животных»: Материалы научной сессии СЗ НМЦ Россельхозакадемии и Всероссийского координационного совещания по вопросам селекции и генетики сельскохозяйственных животных 18-19 мая 2005 г. СПб-Пушкин: ВНИИГРЖ, 2005.-С. 33-35.
6. Кузнецов В.М. *Научное обеспечение селекции животных на Евро-Северо-Востоке России* // «Проблемы совершенствования селекции, технологий содержания и кормления животных, методов борьбы с болезнями различной этиологии в условиях Евро-Северо-Востока»: Материалы научной сессии. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2006.-С.3-11.