

отбор лучших особей, осуществлять целенаправленный подбор и прогнозировать племенную ценность потомства.

**Задание 6.** Рассчитать показатели племенных индексов быкопроизводящих коров, результаты расчета представить в виде табл. 7.

Т а б л и ц а 7. Показатели племенных индексов быкопроизводящих коров

Кличка и номер коровы	И <sub>П</sub>	И <sub>Э</sub>	И <sub>ПХИ</sub>	И <sub>ЗВ</sub>	И <sub>В</sub>	И <sub>К</sub>

**Задание 7.** Рассчитать показатели племенных индексов быков-производителей, результаты расчета представить в виде табл. 8.

Т а б л и ц а 8. Показатели племенных индексов быков-производителей

Кличка и номер быка	И <sub>ПД</sub>	И <sub>Э</sub>	И <sub>ПХИ</sub>	И <sub>ЗВ</sub>	И <sub>В</sub>	И <sub>К</sub>

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОСТАВЛЕНИЯ И ГЕНЕТИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ

### 4.1. Принципы разработки программ крупномасштабной селекции

Генетическое улучшение хозяйственно полезных признаков животных в процессе селекции зависит от ряда факторов. Величина генетического прогресса определяется биологическими особенностями популяции, структурой селекционных мероприятий, системой разведения скота и методами оценки племенной ценности животных. Поэтому при планировании программы селекции необходимо оценивать биологические и селекционные параметры популяции, определять систему селекции и методы оценки племенного достоинства животных.

Так как селекция связана, с одной стороны, с затратами на проведение мероприятий по племенной работе, а с другой – с доходами от реализации дополнительной продукции, то при планировании программы селекции производится экономическая оценка ее эффективности.

Методические аспекты составления и оптимизации программы в молочном скотоводстве разработаны В. М. Кузнецовым, Н. З. Басовским и сводятся к следующему:

1. Определяется цель разведения животных, формируются задачи племенной работы, учитывается количество селекционируемых признаков, их генетическое и экономическое значение.

Цель разведения молочного скота – увеличение производства продукции при минимальных затратах труда и средств.

Задачи племенной работы:

а) осуществление генетического улучшения одного или нескольких хозяйственно полезных признаков животных путем отбора для дальнейшего разведения лучших животных по селекционируемым признакам;

б) определение основных селекционных признаков.

Одним из основных средств достижения поставленной цели является генетическое улучшение молочной и мясной продуктивности животных.

В основу генетических моделей современных программ селекции молочного скота положен в основном один критерий – удой, прямая селекция которого, по данным Л. К. Эрнста, Нейманна – Сьоренсена, В. М. Кузнецова, Н. З. Басовского, способствует максимальному генетическому улучшению скота по выходу молочного жира.

В связи с повсеместным использованием молочного и комбинированного скота для производства мяса в качестве второго основного признака при разработке многих программ принимают мясную продуктивность. По мнению Н. З. Басовского и В. М. Кузнецова, наиболее экономически важной и легко контролируемой в этом плане является живая масса животных в 12-месячном возрасте. Корреляция между этим признаком и удоем практически отсутствует.

Такие признаки, как воспроизводительная способность, здоровье, оплата корма и приспособленность к условиям, учитываются в программах через систему отбора и оценки матерей быков и ремонтных бычков в процессе их выращивания.

2. Устаиваются главные направления оценки, отбора и использования племенных животных. Схема организации племенной работы по реализации программы селекции включает оценку и отбор отцов и матерей быков, проведение «заказного» подбора, испытание, оценку и отбор племенных быков по собственным показателям и качеству потомства, создание банка спермы от каждого проверяемого быка, интенсивное использование улучшателей.

3. Выбираются эффективные методы оценки племенных животных и в первую очередь матерей быков, ремонтных бычков по собственной продуктивности и отцов быков по качеству потомства. В основу всех

моделей определения племенной ценности матерей быков положена формула оценки генотипа животного по его фенотипу.

Индексы племенной ценности матерей быков, применяемых в европейских странах, США и Канаде, включают генотип самой коровы, вычисленный по показателям нескольких лактаций на фоне средней продуктивности стада и породы, а также племенную ценность ее родителей.

Сегодня широкое распространение в странах с развитым животноводством получила геномная оценка, которая позволяет судить о племенной ценности животного сразу после рождения на основании анализа его собственного генома. В нашей стране это направление только развивается.

4. Проводится оценка популяционно-генетических, селекционных и экономических факторов.

К популяционно-генетическим параметрам относят изменчивость, наследуемость и повторяемость признаков.

Селекционными параметрами являются количество ремонтных бычков, интенсивность отбора племенных животных разных категорий, банк долговременного хранения спермы от быка, генерационный интервал и ряд других.

К числу экономических факторов относят затраты на покупку ремонтных бычков, на их содержание, получение, обработку, заморозку и хранение спермы, машинную обработку информации при оценке быков, проведение генетической экспертизы происхождения животных и т. д.

5. Разрабатывается математическая модель программы селекции. В качестве генетико-математической модели всех программ применяется генеральная формула генетического прогресса, построенная на учете четырех путей трансмиссии генов.

6. Осуществляется генетико-экономическая оптимизация программы селекции. Это завершающий и основной этап разработки программы. Оптимизацию проводят путем компьютерного моделирования различных вариантов программы, изменяя комбинацию числовых значений переменных факторов. В качестве последних обычно принимают число отцов быков, долю активной части популяции, осеменяемую спермой проверяемых быков, количество эффективных дочерей в потомственной группе, банк долговременного хранения спермы на проверяемого быка, процент выбраковки ремонтных бычков по энергии роста и др.

Таким образом, выделение оптимального варианта программы селекции предполагает определение системы организационных меро-

приятий по племенной работе, т. е. системы оценки, отбора и использования племенных животных.

В условиях крупномасштабной селекции совершенствование популяции осуществляется путем реализации трех последовательных этапов. На первом этапе в племенных хозяйствах создаются высокопродуктивные селекционные стада коров-матерей ремонтных быков, а на госплемях или элеварах отбирают быков-лидеров для проведения «заказного» подбора.

Основная задача второго этапа – передача ценной генетической информации в пользовательные стада, что достигается путем воспроизводства, направленного выращивания и оценки быков по собственной продуктивности и качеству потомства в конкретных хозяйственных условиях на комплексах (элеварах) зонального (областного) значения.

На третьем этапе реализация генетической информации осуществляется в пользовательных стадах на основе дифференцированного использования быков, оцененных по качеству потомства.

В каждом конкретном случае на основании компьютерного моделирования и оптимизации селекционного процесса селекционный центр или ГПП должны избрать научно обоснованную систему организации племенной работы с учетом популяционных особенностей и возможностей.

Изучение исторического аспекта принципов разработки программ крупномасштабной селекции показывает, что принципы и методика разработки программ совершенствовались и апробированы многочисленными авторами и могут быть использованы в селекции молочного скота нашей республики в целом и регионов в частности.

#### **1.4.2 Организация селекционного процесса по реализации положений программы крупномасштабной селекции**

По мнению Н. Г. Дмитриева, в ближайшей перспективе успех селекции молочного скота будет определяться полнотой реализации программ крупномасштабной селекции, их гибкостью и возможностью оперативной перестройки в зависимости от изменения конкретных условий.

На основе анализа организации селекционной работы в высокоразвитых странах и изучения опыта ряда областей Нечерноземной зоны Российской Федерации ученые А. А. Игнашкина, В. М. Кузнецов приходят к выводу, что племенная работа с молочным скотом наиболее

эффективна в рамках административных единиц (областей) и предусматривает проведение организационных мероприятий с учетом следующих составляющих:

- разработка оптимизированной селекционной программы, обеспечивающей максимальный генетико-экономический эффект;
- соответствующая организация племенной базы и генеалогической структуры популяции;
- широкое использование в системе искусственного осеменения спермы быков-улучшателей;
- систематический анализ фактического эффекта селекции и корректировка действующей селекционной программы;
- централизованное руководство ведущими звеньями селекционного процесса.

Селекционный процесс на популяционном уровне организуется селекционными центрами или ассоциациями по племенной работе и основывается на централизованной системе получения, оценки, отбора и рационального использования племенных быков по всей популяции. Все проводимые мероприятия можно представить в виде схемы селекционной работы (рис. 9) при централизованном управлении селекционным процессом с помощью программного обеспечения (рис. 10).

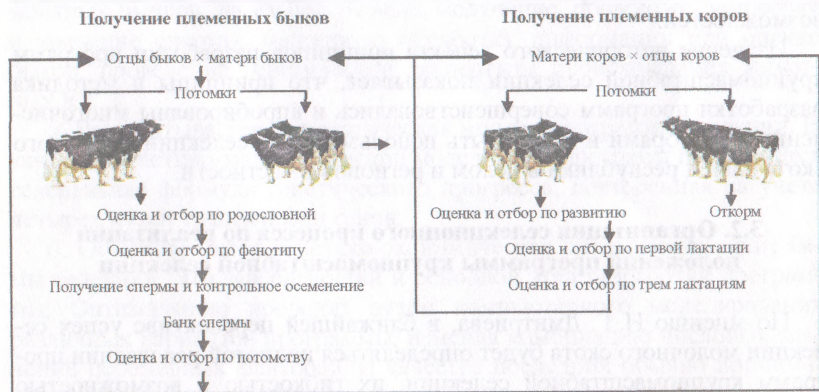


Рис. 9. Схема селекционной работы

## Селекционно-биотехнологический центр

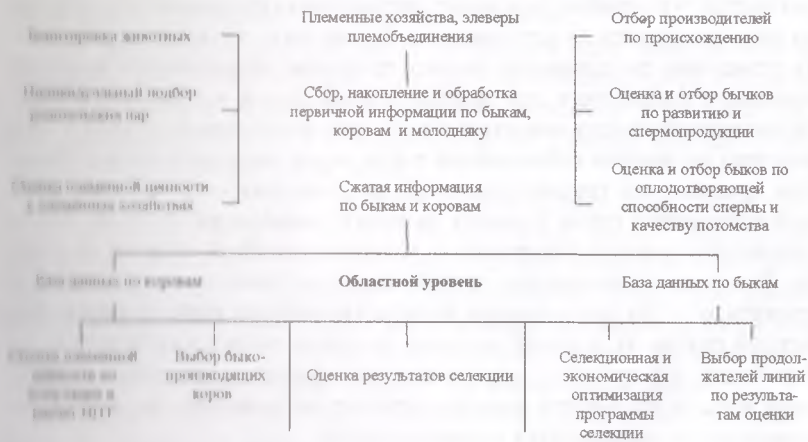


Рис. 10. Организационная структура информационного обеспечения селекционного процесса популяции

Организация селекционного процесса на региональном уровне позволяет получать быков-производителей собственной селекции прогнозируемого генотипа, формировать генеалогическую структуру популяции через выдающихся племенных животных, приспособленных к условиям данной климатической зоны.

Каждая популяция животных характеризуется определенной генеалогической структурой, которая содержит в себе информацию о «системе человеческого труда», вложенного в процесс генетического совершенствования животных. Анализ генеалогической структуры популяции дает возможность оценить эффективность этой «системы» и научно обоснованно планировать дальнейшее ее совершенствование.

Оценка состояния генеалогической структуры популяции черно-пестрого скота Могилевской области показывает, что поголовье крупного рогатого скота в регионе имеет сложную генеалогическую структуру. Образовавшийся массив черно-пестрого скота отличается широким диапазоном изменчивости по типу, продуктивности и генотипу.

Для дальнейшего улучшения массива черно-пестрого скота возникает необходимость упорядочения его генеалогической структуры и интенсивной селекции, направленной на консолидацию наследственности в желательном типе. Практикуемая многолинейность в популяции не только затрудняет получение необходимых производителей, но



тов члени и не имеющих кровных связей с абсолютизируемым родоначальником формальной генеалогической линии.

При организации селекционного процесса в популяции на основе принципов крупномасштабной селекции регламентируемое селекционной программой оптимальное число быков-лидеров (6 гол.) для данной популяции есть число ротационных линий. Каждый бык выступает в роли родоначальника такой линии.

Учитывая, что лидерство не является принадлежностью быка к прямым потомкам какого-то, пусть и выдающегося, предка, необходимо рассмотреть селекционную работу по созданию линий как своего рода цикл товарной части популяции на периодическое обновление имеющихся ротационных линий более качественным материалом, т. е. новой ротационной линией. В целом селекционный процесс по получению быков-производителей можно представить в виде схемы (рис. 11).

Кandidатно, общее число ротационных линий не может превышать оптимального числа быков-лидеров, определенного селекционной программой. Готовность линии для апробации в качестве селекционного достижения можно определять, по нашему мнению, не только по ее превосходству над среднепопуляционным уровнем, но и по превосходству хотя бы над одной из уже существующих «работающих» ротационных линий в популяции. Длительность использования ротационной линии определяется наличием в каждом последующем поколении одного достаточно ценного (конкурентоспособного) лидера-производителя.

Общая вышесказанное, можно привести формулировку ротационной линии в молочном скотоводстве как группу племенных животных из быков-лидера, превосходящую по комплексной оценке хотя бы одну из имеющихся ротационных линий и достигнувшую степени готовности для включения в ротацию товарной части селекционируемой популяции. Данное определение основывается на результатах собственных исследований и положений, сформулированных в работах ряда исследователей.

В настоящее время в Республике Беларусь во избежание инбридинга при подборе быков-производителей к маточному поголовью используются пять генеалогических комплексов (табл. 9).

В древних стадах популяции молочного скота Могилевской области в которых проведена оценка генотипа племенных животных, разработаны критерии для отбора высокопродуктивных коров желательности стада и выделены группы быкопроизводящих коров. В задачу

селекционной работы на данном этапе входит закрепление и консолидация желательных качеств создаваемого типа племенных животных.

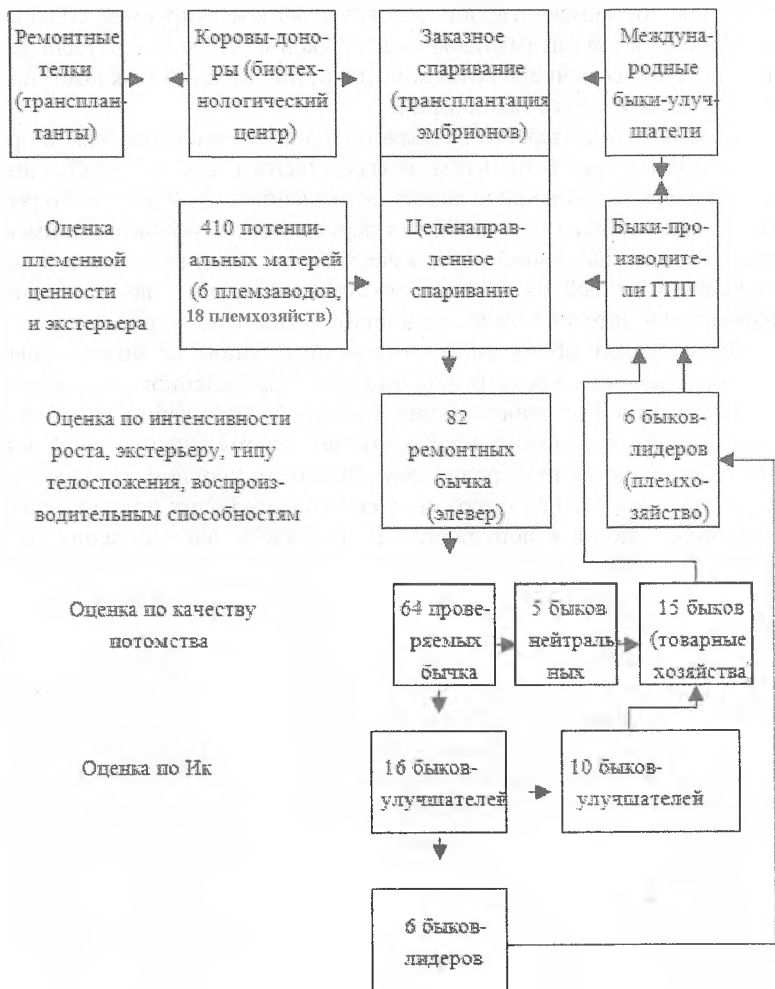


Рис. 11. Схема оценки и отбора быков-производителей для Могилевского ГПП

Таблица 9. Генеалогические комплексы популяции голштинского и черно-пестрого скота Республики Беларусь

Генеалогические линии (ветви)	
1	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Аэроstars (потомки M. Aerostar 383622)
	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Комстара Ли (потомки Comestar Lee 5757117)
	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Кляйтуса (потомки В. М. Т. Cleitus 1879085)
2	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Лидмана (потомки R. T. Leadman 1983348)
	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Старбука (Starbuck 352790) (кроме Аэроstars и К. Ли)
3	П. Чифа – О. Иванхоэ, через Белла (Bell 1667366)
	Р. Соверинг – П. Ф. А. Чифа, через Роки (Rockie 1841366)
	Р. Соверинг – П. Ф. А. Чифа, через Блекстара (потомки Blackstar 1929410)
4	Р. Соверинг – П. Ф. А. Чифа, через Валианта (потомки Valiant 1650414) (кроме Роки)
	П. Ф. А. Чифа через линии В. Ч. Марка (потомки W. Ch. Mark 1773417)
5	П. Ф. А. Чифа через А. Ротейт (потомки Rotate 1697572)
	П. Ф. А. Чифа через Санни Боя (потомки S. SunnyBoy 311651443)
	П. Соверинг (потомки Ned Boy 1189870)
6	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Сан-оф-Бова (потомки RockallySonofBova 1683634)
	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Тони (M. E. Tony 1626813)

Проведение целенаправленной племенной работы по использованию различных приемов отбора и подбора, создания соответствующей генетической структуры популяции позволит увеличить численность высокопродуктивных быкопроизводящих коров нового популяционно-родового типа. Сложившаяся генеалогическая структура стад, их наследственная неоднородность, специфические биологические и хозяйственные особенности, созданные всей предшествующей системой племенной работы, требуют систематической селекционной работы в направлении типизации и обеспечения в каждом последующем поколении достаточно высокого генетического потенциала за счет использования оставшихся продолжателей родственных групп. Поэтому дальнейшее качественное совершенствование родственных групп черно-пестрого скота должно проводиться в основном при чистопородном разведении, применении гомогенного подбора (40–45 %) с использованием родственного спаривания в умеренных и отдаленных степе-  
 нях – III–III, III–IV, IV–III, IV–IV, а в отдельных случаях (с целью получения продолжателей) и более тесных – II–II, II–I. Однако каждый случай такого подбора должен быть обоснованным и находиться под постоянным контролем селекционеров. Применение этих методов позволит уменьшить гетерозиготность, обеспечит постоянное поступа-

тельное совершенствование генотипов в желательном направлении. В то же время длительный однородный подбор может привести к одностороннему развитию у животных одних качеств в ущерб другим. В этом случае необходимо прибегать к неродственному подбору для внесения в генотип желательных изменений по селекционируемым признакам путем кроссирования родственных групп. Внутрелинейное разведение и кроссирование будут как бы дополнять, но не исключать друг друга.

Осуществление селекционной работы по размножению животных желательного типа требует от племенной службы выполнения определенных условий:

1) жесткий контроль за направленным выращиванием племенного молодняка последующих поколений как в племенных, так и в товарных хозяйствах;

2) правильная оценка особей при выборе их для племенных целей, отражающая действительное содержание генотипа предков, установленным методом иммуногенетического контроля;

3) поддержание в племенных стадах достаточной изменчивости основных селекционируемых признаков – удоя, содержания жира и белка в молоке путем систематической работы со строго определенными, наиболее перспективными родственными группами;

4) организация ежегодного целенаправленного отбора и подбора с учетом индивидуальных особенностей животных, их происхождения, родственных связей внутри стада и наследственной сочетаемости отдельных структурных элементов популяции;

5) племенная работа при чистопородном разведении чернопестрого скота и совершенствование его продуктивных качеств с использованием преимущественно производителей собственной селекции, при покупке быков-лидеров международного класса для «заказного» подбора – с учетом сложившейся генеалогической структуры стад, наличия маточного и бычьего поголовья животных родственных групп в массиве популяции;

6) коренное улучшение зоотехнического и племенного учета на основе внедрения компьютерной техники в каждом племенном хозяйстве и популяции в целом.

В обозримом будущем обеспечение населения мясом будет осуществляться за счет говядины, полученной от молочных пород. Поэтому следует проводить скрещивание до получения помесей 3/4 и 5/8 кровности по голштинской породе с последующим разведением их «в

быков. Для получения помесей 5/8 кровности предусматривается подбор полукровных коров к высокоценным быкам 3/4 кровности по голштинской породе.

Предусмотреть подбор коров и их будущего потомства на перспективу (более чем на 10 лет) практически невозможно. Поэтому для каждого племенного хозяйства разрабатываются общие схемы подбора, на основании которых ежегодно составляются индивидуальные планы выращивания.

**Цель занятия:** овладеть навыками разработки и оптимизации селекционной программы.

**Содержание занятия.** Общими элементами программ крупномасштабной селекции являются: организация племенной работы в масштабах либо всей породы, либо отдельных ее популяций, выделение категорий матерей быков и отцов быков, централизованная система получения проверяемых быков, их оценки и дальнейшего использования. При расчетах программы селекции устанавливается общая численность коров популяции, доля коров активной части (30 % от общей численности), определяется уровень удоя коров-первотелок, средний удой коров популяции.

Расчет проводится путем варьирования одним или двумя факторами при одновременном фиксированном значении других переменных. При этом учитывается, что при меньшем числе отцов ремонтных быков увеличивается ожидаемый генетический прогресс в популяции, однако увеличивается и процент инбридинга. В свою очередь при увеличении числа отцов быков снижается ожидаемый генетический прогресс. Оптимальное число отцов быков определяется минимальным количеством линий, которое позволяет проводить племенной подбор в стране, не прибегая к вынужденному родственному спариванию.

У увеличением доли популяции, осеменяемой спермой молодых быков, темп темпы оценки генотипа производителя увеличивается, однако при неудовлетворенной численности подконтрольного поголовья, на которой проводится испытание быков, увеличение числа эффективных матерей на быка приводит к развитию двух противоположных направлений генетиче- ской эволюции: с одной стороны, повышается точность оценки быков, а с другой – сокращается численность поголовья проверяемых быков и снижается интенсивность отбора и их вклад в генетический прогресс популяции. Необходимо найти наиболее выгодное сочетание этих генетиче- ских факторов, которое соответствует оптимальному числу дочерей и максимальному генетическому улучшению.

При постоянном банке спермы повышается объем контрольных осеменений, увеличивается число эффективных дочерей на каждого проверяемого быка, точность их оценки по потомству, вследствие чего генетический прогресс популяции повышается. Однако повышение доли коров активной части, осеменяемой молодыми быками, более 30–40 % не оказывает существенных влияний на генетическое улучшение черно-пестрого скота популяции. Кроме того, следует учитывать состояние генетического и племенного учета в дойных стадах большинства хозяйств. Поэтому при расчете оптимальных параметров процента осеменения маточного поголовья проверяемыми быками и объема спермобанка необходимо знать состояние современной племенной базы, генеалогическую структуру популяции.

Основные параметры программы селекции рассчитываются по приведенным ниже формулам.

1. Число потенциальных матерей быков (гол.) для получения одного ремонтного бычка

$$N_m = \frac{1}{A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot A_6 \cdot A_7}, \quad (44)$$

где  $A_1$  – доля коров, удовлетворительных по скорости молокоотдачи (0,847);

$A_2$  – доля коров, удовлетворительных по сопряженному признаку (% жира) (0,78);

$A_3$  – доля коров, удовлетворительных по типу телосложения (0,87);

$A_4$  – доля коров, удовлетворительных по плодовитости (0,86);

$A_5$  – доля вероятности рождения здорового теленка (0,78);

$A_6$  – доля вероятности рождения теленка (0,86);

$A_7$  – доля вероятности рождения телочки (0,50).

2. Количество отцов ремонтных бычков

$$\text{ОМБ} = \text{Л} \cdot N, \quad (45)$$

где  $\text{Л}$  – число линий в популяции;

$N$  – число отцов быков в линии, гол.

3. Размер активной части популяции коров

$$N_m = N \cdot \text{ДАР}, \quad (46)$$

где  $N$  – размер всей популяции коров, гол.;

$\text{ДАР}$  – доля активной части популяции, %.

4. Число отобранных коров-матерей (гол.) для получения одного ремонтного бычка

$$D = \frac{1}{A_5 \cdot A_6 \cdot A_7} \quad (47)$$

3. Количество стельных коров (гол.), необходимых для получения одной эффективной дочери,

$$H = \frac{1}{A_5 \cdot A_6 \cdot A_7 \cdot A_8} \quad (48)$$

где  $A_8$  — доля вероятности отела выращиваемой телки (0,77).

Отношение общего числа первотелок с законченной лактацией к общему числу эффективных, по которым оцениваются быки по качеству потомства, составляет 1:1,265.

4. Число коров (гол.), осеменяемых спермой одного проверяемого быка,

$$B = \underline{ND} \cdot H, \quad (49)$$

где  $ND$  — количество эффективных дочерей (гол.), используемых для оценки быка по качеству потомства.

5. Число коров (гол.), осеменяемых спермой одного проверенного быка,

$$КИ = C/O, \quad (50)$$

где  $C$  — быки-спермы, создаваемый на каждого проверенного быка, тыс. доз,

$O$  — количество спермодоз, необходимое для плодотворного осеменения одной коровы.

6. Число быков (гол.), которых следует поставить на проверку по качеству потомства,

$$NNB = N / (B + КИ \cdot RPB), \quad (51)$$

где  $RPB$  — доля быков-улучшителей, % (0,25).

7. Число коров (гол.), осеменяемых спермой проверяемых быков,

$$K = NNB \cdot B. \quad (52)$$

8. Число проверенных быков (гол.), спермой которых осеменяется необходимая часть популяции коров,

$$NPT = (N - K) / КИ. \quad (53)$$

9. Число быков (гол.), которые должны стоять на элевере до окончания периода по спермопродукции,

$$NSP = NNB / (1 - P_2), \quad (54)$$

где  $P_2$  – доля быков, выбракованных по воспроизводительной способности.

12. Число быков (гол.), которых необходимо поставить на выращивание с целью отбора их по интенсивности роста,

$$NEP = NSP / (1 - P_2). \quad (55)$$

13. Доля всей популяции (%), осеменяемой спермой проверяемых быков,

$$DP = K/N \cdot 100 \%. \quad (56)$$

**Задание 8.** По предложенным формулам заполнить табл. 10, обосновать полученные результаты.

Т а б л и ц а 10. Основные параметры программы селекции черно-пестрого скота региона

Показатель	Единица измерения	Значение
1. Численность популяции	тыс. гол.	
2. Численность активной части популяции	тыс. гол.	
3. Средний удой коров по первой лактации	кг	
4. Число коров, осеменяемых спермой проверяемых быков	гол.	
5. Число коров, осеменяемых спермой одного проверяемого быка	гол.	
6. Число быкопроизводящих коров	гол.	
7. Число потенциальных матерей ремонтных бычков	гол.	
8. Доля активной части популяции, осеменяемой спермой проверяемых быков	%	
9. Число быков, поставленных на выращивание	гол.	
10. Число быков, поставленных на проверку по качеству потомства	гол.	
11. Число проверенных быков, спермой которых осеменяется основная часть популяции коров	гол.	
12. Вклад отцов быков в общий генетический прогресс популяции	%	
13. Вклад матерей быков	%	
14. Вклад матерей коров	%	
15. Вклад отцов коров	%	
16. Средний генерационный интервал четырех категорий родителей	лет	
17. Генетический прогресс на корову за год	кг	
18. Доход от дополнительного получения 1 кг молока за счет программы селекции	долл.	
19. Валовой доход от реализации программы селекции по удою	тыс. долл.	
20. Валовой доход от реализации программы селекции по живой массе	тыс. долл.	
21. Валовой доход от реализации программы селекции	тыс. долл.	
22. Чистый доход от программы селекции	тыс. долл.	
23. Чистый доход от программы селекции в расчете на одну корову	долл.	