



ФГБНУ "ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПЛЕМЕННОГО ДЕЛА"

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ЖИВОТНОВОДСТВА И
ПЛЕМЕННОГО ДЕЛА

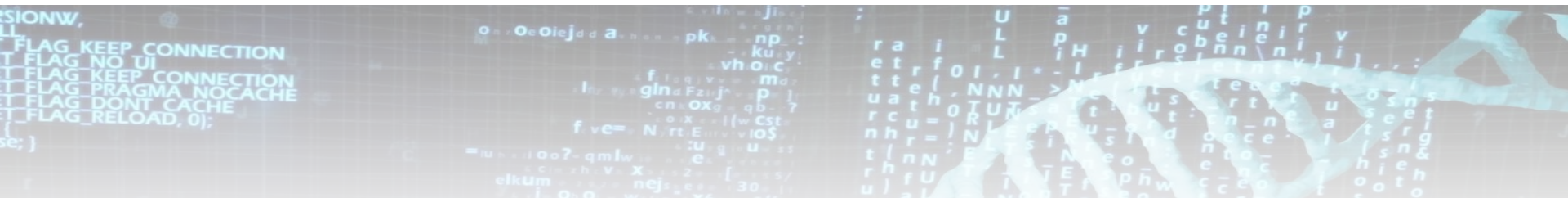


Геномные технологии в современной аквакультуре

Научные основы, мировой опыт и перспективы для России

Екатерина Черняева, к.б.н.

Заместитель директора по научной работе



ГЕНОМНАЯ СЕЛЕКЦИЯ



ПРИНЦИП

- Отбор по генотипу
- Повышение эффективности племенной работы
- Сокращение сроков оценки



ЦЕЛЬ

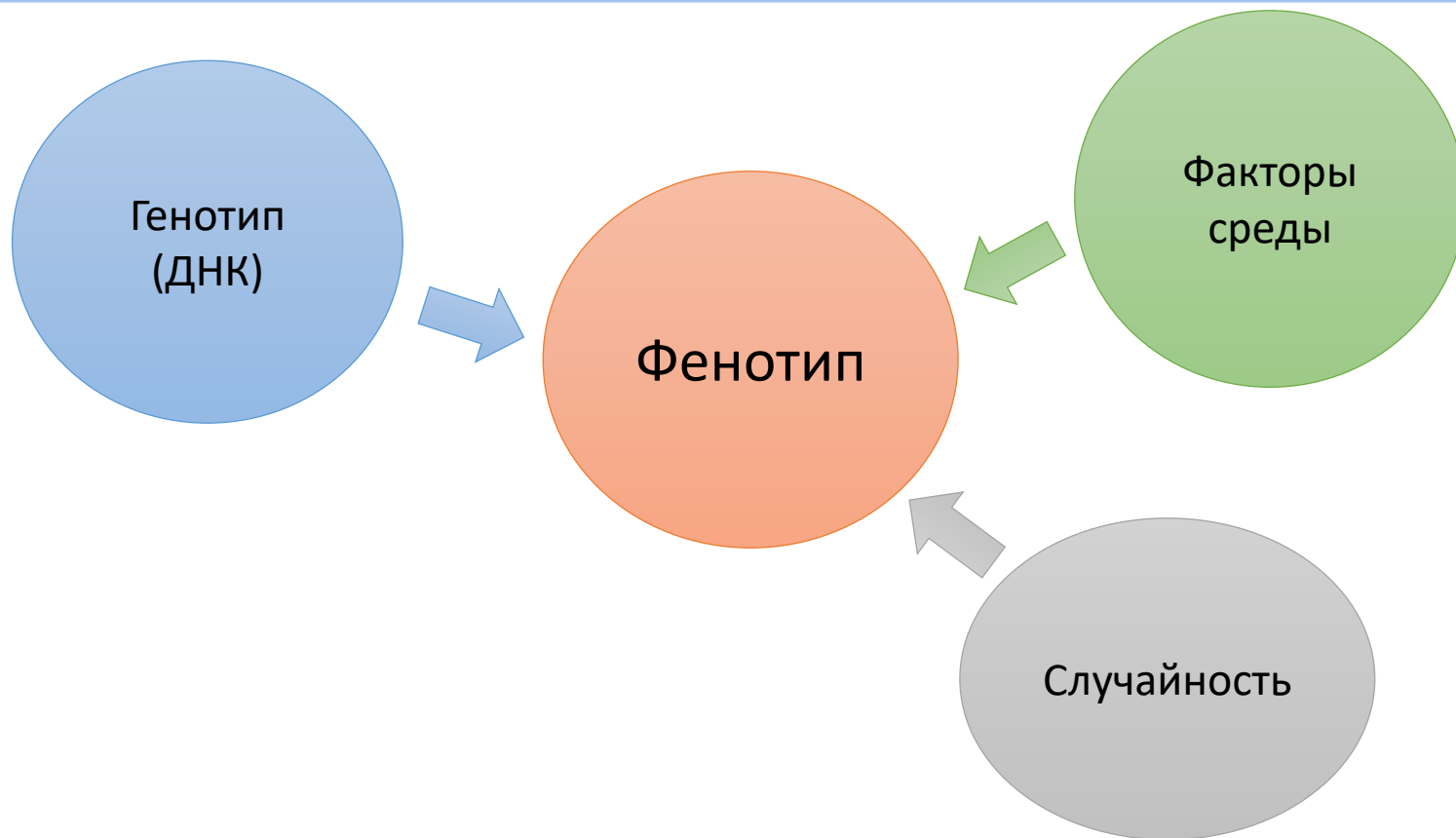
Прогнозирование хозяйственно-важных признаков:

- Продуктивность
- Устойчивость к болезням
- Качество продукции

Научные основы геномной селекции



ОТ ЧЕГО ЗАВИСЯТ ПОКАЗАТЕЛИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ?



ЧТО ЛЕЖИТ В ОСНОВЕ СЕЛЕКЦИИ

$$\Delta / t = (r * i * \sigma) / L$$

Δ генетический прогресс или изменение среднего показателя в популяции

t время

r точность селекции (зависит от точности определения племенной ценности)

i интенсивность селекции (зависит от доли сохраняемого потомства)

σ среднеквадратическое отклонение показателя признака

L генерационный интервал – средний возраст животных, находящихся в воспроизводстве

ЗА СЧЕТ ЧЕГО ГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ ПОВЫШАЕТ ТОЧНОСТЬ ПРОГНОЗА?

Разные потомки одних родителей не идентичны:
имеют отличающиеся генотипы и разную ценность для разведения



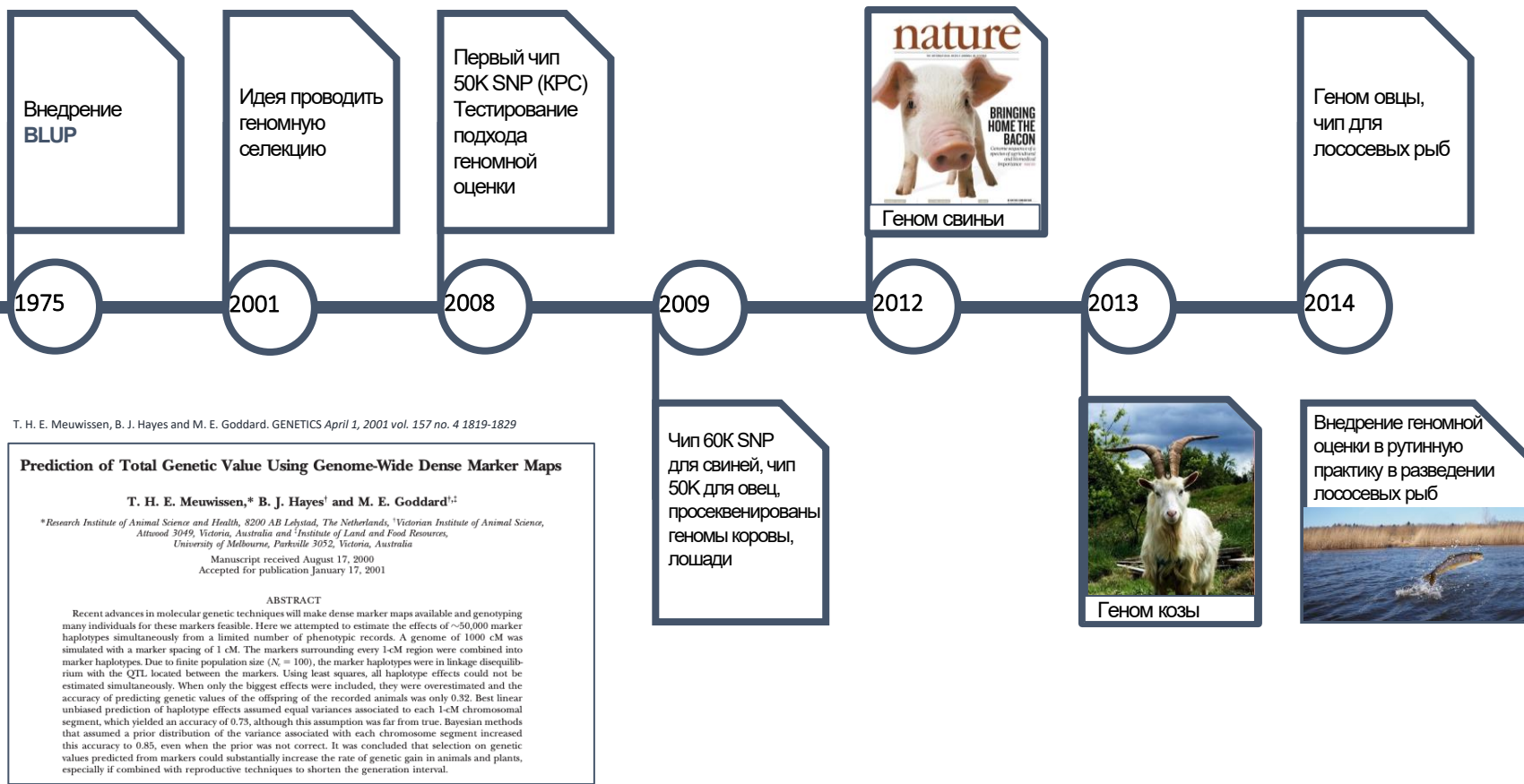
Большинство признаков имеет сложный тип наследования

Принцип наследования «сложных» и «моногенных» признаков идентичен. Однако **для сложных признаков важен контроль** наибольшего количества нуклеотидных вариантов, обеспечивающих их наследование

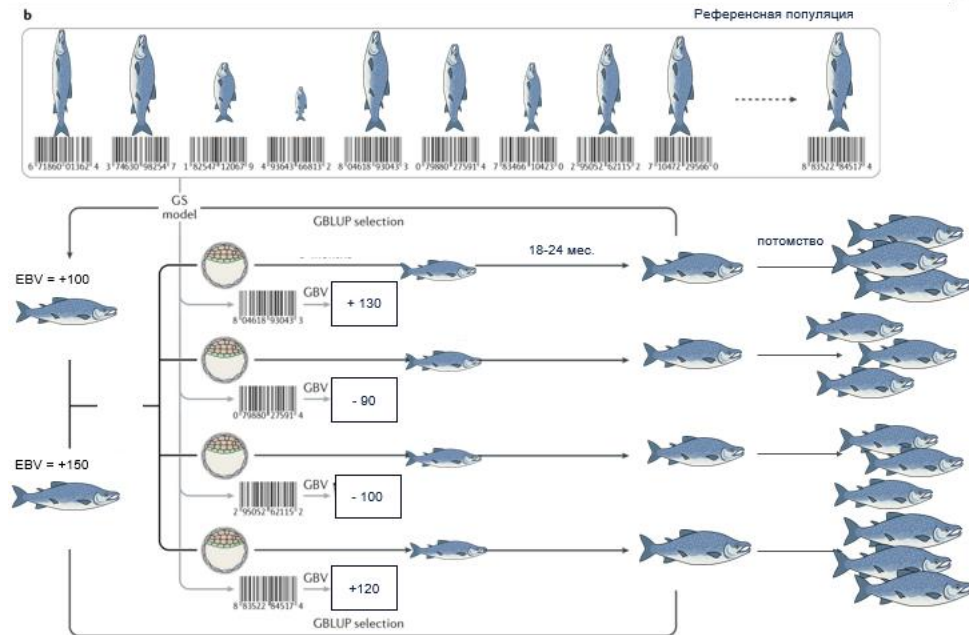
Высокопроизводительное генотипирование или прочтение полных геномов **позволяет различать потомков с лучшими комбинациями аллелей**

Использование информации о десятках тысяч нуклеотидных вариантов повышает точность оценки племенной ценности

ОТ КЛАССИЧЕСКОЙ К ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ



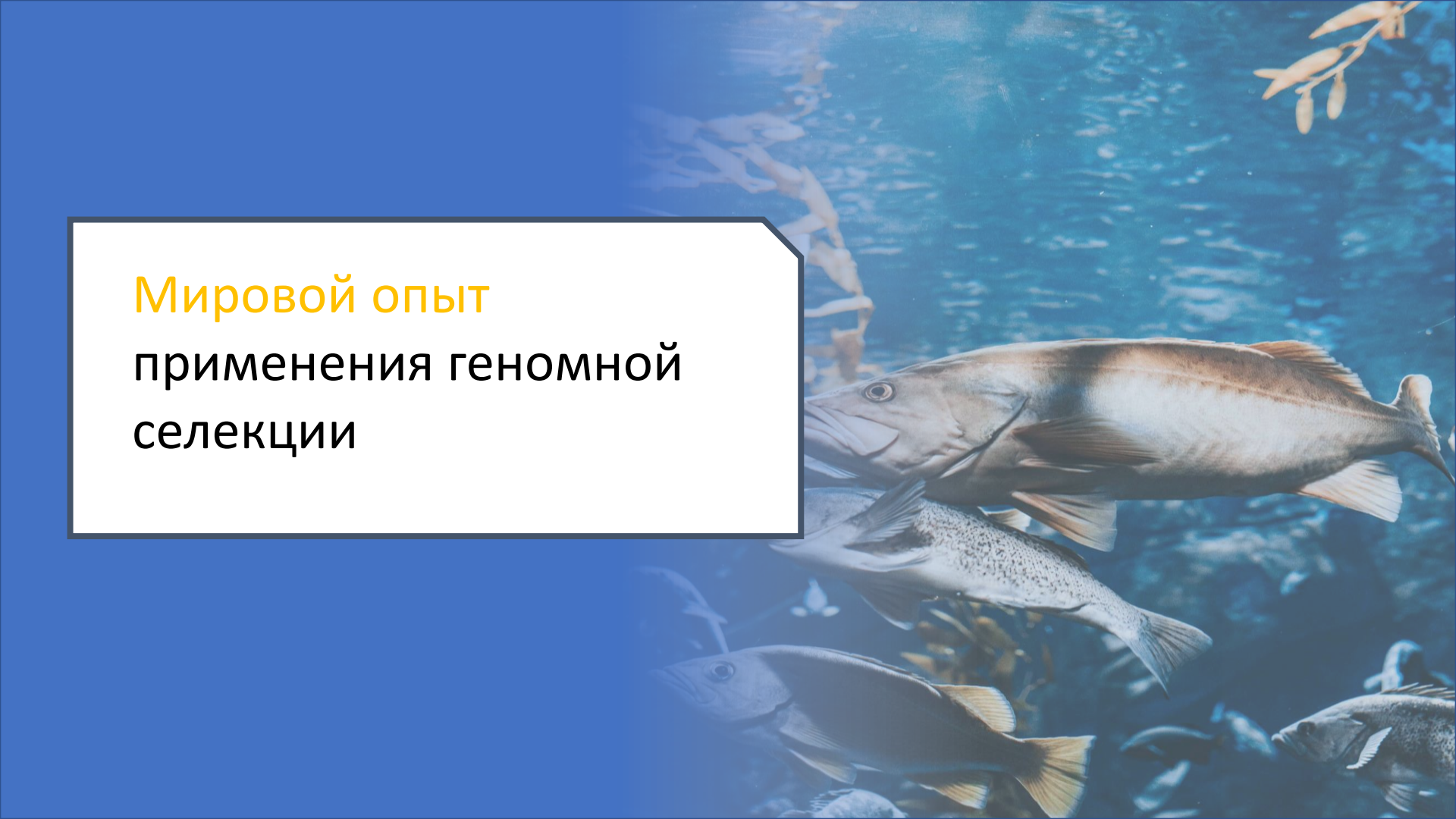
ПРИНЦИП ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ



Геномная оценка аквакультуры

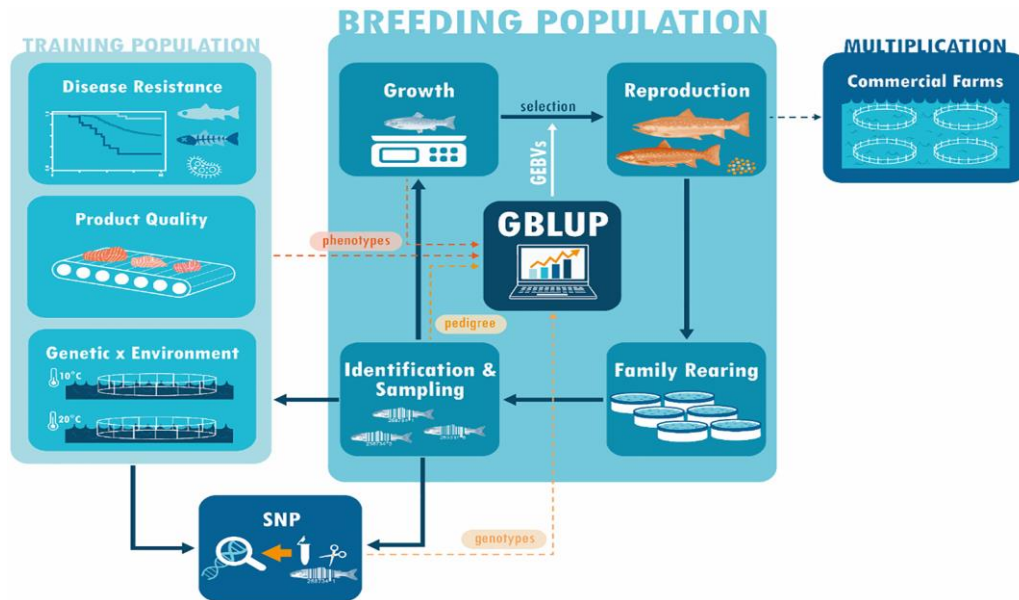
Вес туши	Родословная	Геномика
Точность*	0.6	0.76

* Зависит от размера референсной популяции, наследуемости признака и структуры популяции. Приведены референсные значения для веса туши форели, определена на обучающей выборке 2000 особей

An underwater photograph showing several fish swimming in clear blue water. In the foreground, a large, light-colored fish with a prominent eye and a slightly open mouth is visible. Below it, a smaller, darker fish with a patterned body is swimming. In the background, there are more fish and some seaweed or kelp. The overall scene is bright and clear, with sunlight filtering through the water.

Мировой опыт применения геномной селекции

ЭТАПЫ ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ



1. Постановка селекционной цели (целей)
2. Формирование референсной популяции с фенотипами (обучающая выборка) - Фенотипы+генотипы
3. Генотипирование кандидатов, статистический анализ (BLUP)
4. Отбор кандидатов в ядро
5. Валидация результата, корректировка моделей

СЕЛЕКЦИОННЫЙ ИНДЕКС В РЫБОВОДСТВЕ

Селекционный индекс состоит из нескольких признаков, каждый из которых вносит вклад в экономику в различных пропорциях. На основе комбинированного селекционного индекса проводят отбор особей для усовершенствования племенного ядра

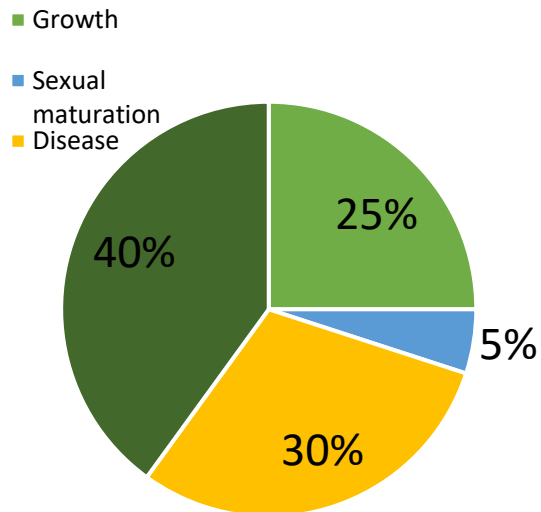


Table 1. Percentage weighting of traits 2001

Main traits	Sub-traits	Main weighting	Parital weighting
Growth		25	
	Smolt weight		5
	Slaughter weight		20
Sexual maturation		5	5
Disease		30	
	IPN		10
	ISA		15
	Furunculosis		5
Quality		40	
	Filet colour		20
	Body shape		5
	Total fat		10
	Visible fat		5
Total		100	100

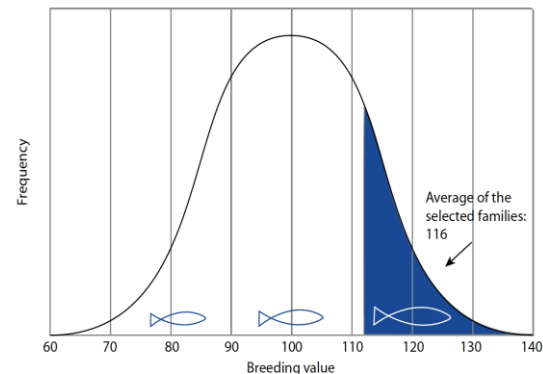


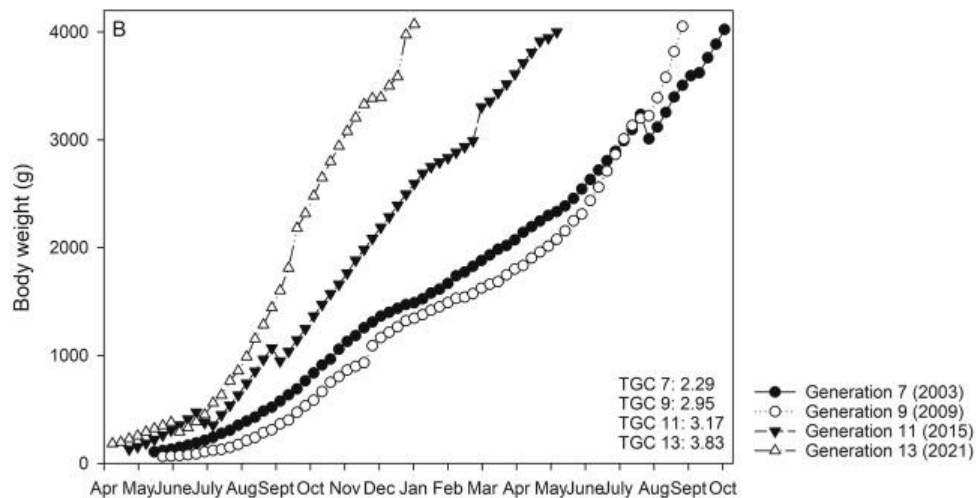
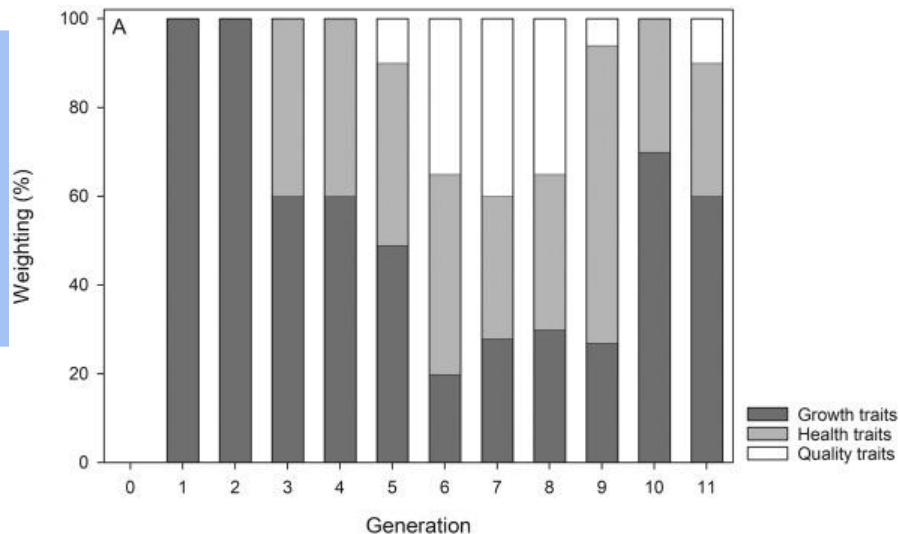
Figure 2. Distribution of breeding values in the population. Selected fish are in the area marked with blue.

ПРИМЕР ИЗМЕНЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ

В программе селекции AquaGen оценка признаков менялась от поколения к поколению

Если в ранних поколениях акцент был на скорости роста, то в последующих он был сбалансирован другими важными характеристиками.

Эти характеристики делятся на три категории: рост (в пресной и морской воде), здоровье (устойчивость к болезням и обработкам) и качество (цвет и жирность филе)



Геномная селекция фокусируется на экономически значимых показателях

Повышение продуктивности

Конверсия корма

Устойчивость к заболеваниям

Адаптация к климатическим изменениям

Фармакогеномика

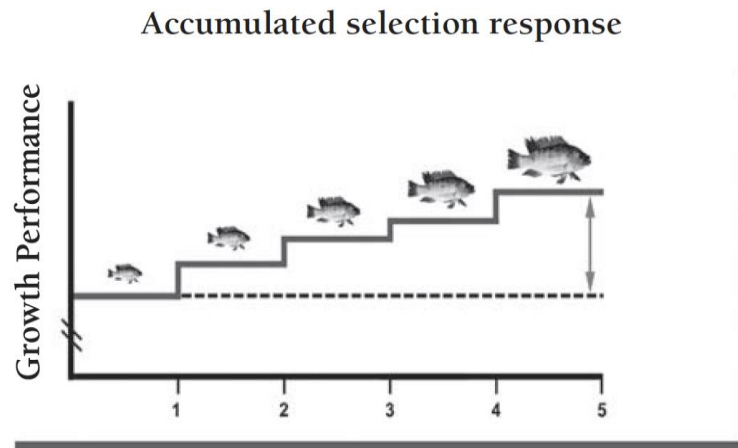


Figure 3. Genetic gain in GIFT fish over five generations.

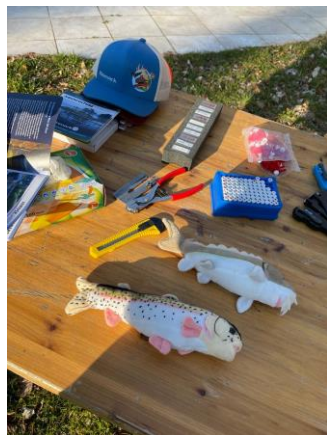
> 230 млн. \$/год

Сокращение затрат норвежской индустрии выращивания лосося на корм в результате эффективного распространения генетически усовершенствованного атлантического лосося

Технологии и методы
фенотипирования и
генотипирования

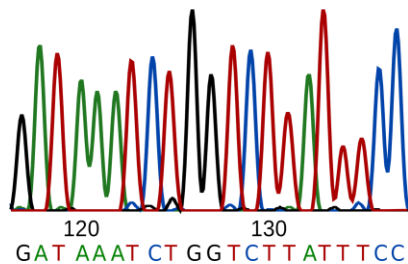


СБОР ФЕНОТИПИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ BIOMARK



Необходимые фенотипические признаки связываются уникальным PIT tag идентификатором
В систему может вноситься до 20 показателей.

Современные методы генотипирования



illumina®

Oxford
NANOPORE
Technologies

iontorrent
by Thermo Fisher Scientific

PacBio

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕНОМНОГО АНАЛИЗА ДОСТУПНЫЕ В РФ

- > ДНК-микрочипы
 - Доступно только в лабораториях ранее оснащенных оборудованием,
 - Доставка реагентов через третьи страны
 - **Нет российских аналогов оборудования и реагентов**

- > Секвенирование нового поколения (NGS)
 - Доступно для новых лабораторий
 - Доставка реагентов не ограничена, уже сейчас возможно применение российских реагентов
 - Технология активно развивается, ведется разработка отечественного оборудования (Синтол и др.).

Технология NGS имеет потенциал стать полностью независимой от иностранных поставок в течение 5-7 лет



Программные продукты,
обеспечивающие
внедрение геномных
технологий



Интеллектуальная система поддержки принятия решений

Программный комплекс, предоставляющий следующие функциональные возможности:

хранение и анализ фенотипических и геномных данных

определение носительства **нежелательных мутаций**

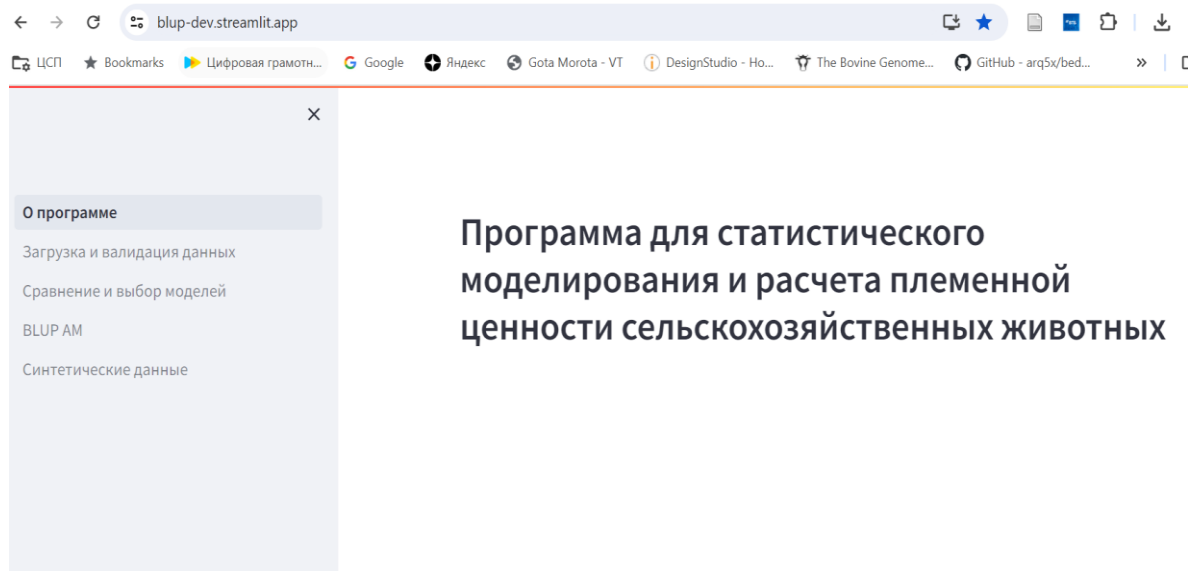
оценка **племенной ценности** и **ранжирование** животных, **подбор пар** для скрещивания

расчет **селекционных индексов**

моделирование **экономических результатов** селекции

подбор **оптимальных сценариев селекции** по заданным требованиям.

ИНСТРУМЕНТЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОНЕРА



✓ **Статистический анализ** данных

✓ **Выбор модели**

✓ **Оценка племенной ценности**

методом BLUP:

- ✓ Количественные признаки
- ✓ Категориальные признаки

Интеллектуальная система поддержки принятия решений в области селекции



Проект выполнен при поддержке **Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.**



Главная



Загрузка
данных



Редактирование
справочников



Анализ данных



Обучение моделей
предсказания



Расчет оценок племенной
ценности



Определение
селекционного индекса



Ранжирование животных



Подбор пар для
скрещивания



Моделирование
программы селекции



ЗАГРУЗКА ДАННЫХ



РЕДАКТИРОВАНИЕ СПРАВОЧНИКОВ



АНАЛИЗ ДАННЫХ



ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРЕДСКАЗАНИЯ



РАСЧЕТ ОЦЕНОК ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ



ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННОГО ИНДЕКСА



РАНЖИРОВАНИЕ ЖИВОТНЫХ



ПОДБОР ПАР ДЛЯ СКРЕЩИВАНИЯ



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ СЕЛЕКЦИИ

ФОКУС НА ДАННЫХ: СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

- Внедрение систем индивидуального учета
- Развитие технологий автоматизированного сбора данных (индивидуальное потребление корма, показатели экстерьера, здоровье животных)
- Стандартизация методик (сопоставимые данные)
- ДНК-тестирование для контроля происхождения и/или для геномной селекции
- Регулярное проведение межлабораторных сличительных испытаний для лабораторий ДНК-экспертизы, геномного анализа и биоинформатической обработки.

Россия не имеет возможности участия в международных системах сертификации (ISAG, ICAR), критически важно **создать собственные инструменты контроля качества данных.**

Аналитика данных при создании собственного племенного ядра

Екатерина Черняева, к.б.н.

Заместитель директора по научной
работе

ФНБНУ ВНИИплем МСХ РФ

e.n.chernyaeva@vniipllem.ru

+7 911 102 02 98

