

Заяц О.В.

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, доцент кафедры
генетики и разведения
сельскохозяйственных
животных им. О.А. Ивановой
Витебской государственной
академии ветеринарной медицины,
(г. Витебск, Беларусь)

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПРОГРАММ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Селекционная программа представляет собой комплексную систему мероприятий, направленных на генетическое улучшение популяции животных в соответствии с целями разведения. Эффективность программы определяется множеством параметров: интенсивностью отбора, точностью оценки, интервалом поколений, генетической вариабельностью популяции. Оптимизация этих параметров традиционно осуществляется на основе теории количественной генетики, однако применение алгоритмов искусственного интеллекта открывает возможности для более эффективного планирования племенной работы [1, с 734].

Планирование подбора пар представляет классическую оптимизационную задачу, сложность которой экспоненциально возрастает с увеличением размера популяции. При наличии n самцов и m самок число возможных комбинаций достигает астрономических величин, делая полный перебор невозможным. Традиционно подбор осуществляется на основе эмпирических правил и экспертных оценок, что не гарантирует оптимальности решений [2, с. 83–85].

Генетические алгоритмы представляют класс эволюционных методов оптимизации, инспирированных механизмами биологической эволюции. Решения (планы подбора) кодируются как хромосомы, популяция решений эволюционирует через операции селекции, скрещивания и мутации. Функция приспособленности оценивает

качество каждого решения – ожидаемую племенную ценность потомства, уровень инбридинга, соответствие ограничениям. Алгоритм итеративно улучшает популяцию решений, приближаясь к оптимальному [3, с. 95–97]

Многокритериальная оптимизация особенно актуальна для селекционных программ, преследующих несколько целей одновременно. Типичными целями являются максимизация генетического прогресса по продуктивным признакам и минимизация накопления инбридинга для сохранения генетического разнообразия. Данные цели часто конфликтуют: интенсивный отбор лучших животных ускоряет прогресс, но сужает генетическую базу. Алгоритмы многокритериальной оптимизации формируют множество Парето-оптимальных решений, позволяя селекционеру выбирать баланс между целями [4, с. 64]

Обучение с подкреплением представляет подход к оптимизации последовательных решений в динамической среде. Селекционная программа разворачивается во времени: решения о подборе и отборе принимаются ежегодно, их последствия проявляются в последующих поколениях. Агент обучения с подкреплением обучается принимать решения, максимизирующие долгосрочную награду – генетический прогресс за несколько поколений – с учетом отложенных эффектов накопления инбридинга и исчерпания генетической изменчивости [5, с. 75–78].

Нейросетевые модели применяются для прогнозирования результатов селекционных решений. Симуляция многих поколений для оценки долгосрочных последствий каждого варианта подбора вычислительно затратна. Нейронные сети, обученные на результатах симуляций, способны быстро прогнозировать ожидаемые результаты, обеспечивая эффективную оценку множества альтернатив. Это ускоряет работу оптимизационных алгоритмов и позволяет исследовать большее пространство решений.

Учет неопределенности является важным аспектом оптимизации селекционных программ. Оценки племенной ценности содержат погрешность, реализация генетического потенциала зависит от условий среды, экономические условия изменяются непредсказуемо. Робастная оптимизация формирует решения, устойчивые к не-

определенности параметров. Байесовские методы количественно учитывают неопределенность в оптимизационном процессе [6, с. 203–206; 7].

Интеграция с системами геномной оценки обеспечивает использование наиболее точной информации о племенной ценности кандидатов. Алгоритмы оптимизации работают с геномными оценками, учитывая их точность и корреляции между животными. Совместная оптимизация подбора и стратегии генотипирования определяет, каких животных следует генотипировать для максимизации эффективности программы [8, с. 124–126; 9, с. 135–137].

Практическое внедрение оптимизационных алгоритмов требует разработки программного обеспечения, интегрированного с базами данных племенного учета. Пользовательский интерфейс должен обеспечивать формулировку целей и ограничений, визуализацию альтернативных решений, поддержку принятия решений селекционером. Вычислительные требования современных алгоритмов могут быть удовлетворены облачными сервисами.

Таким образом, алгоритмы искусственного интеллекта представляют эффективный инструмент оптимизации селекционных программ, обеспечивающий научно обоснованное планирование подбора с учетом множества целей и ограничений.

Информационные источники

1. Вerezубова Н.А. Благополучие отрасли птицеводства при регуляции микробиома с помощью искусственного интеллекта / Н.А. Вerezубова, Е.А. Капитонова, А.А. Чекулаев // Ветеринарное благополучие и управление генетическими ресурсами в животноводстве: Сборник трудов 1-й Научно-практической конференции, Москва, 17 октября 2025 года. – Москва: ООО Издательство «Сельскохозяйственные Технологии», 2025. – С. 733–735.

2. Вerezубова Н.А. Этические и педагогические риски использования искусственного интеллекта в высшем образовании / Н.А. Вerezубова, О.А. Яковлева, О.А. Кишкинова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2025. – №4-2(103). – С. 82–86.

3. Вerezубова Н.А. Перспективы цифровой трансформации

в сельском хозяйстве / Н.А. Вerezубова // Актуальные аспекты развития экономики и общества в условиях глобальных вызовов: Материалы VI Международной научно-практической конференции, Москва, 16–17 апреля 2024 года. – Москва: Московский институт экономики, политики и права, 2024. – С. 94–97.

4. Вerezубова Н.А. Искусственный интеллект в высшем образовании: возможности и риски / Н.А. Вerezубова, Ю.Б. Миндлин, Н.Е. Сакович // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2025. – №11-3. – С. 61–65.

5. Вerezубова Н.А. Методологические аспекты применения генеративного искусственного интеллекта в педагогической деятельности / Н.А. Вerezубова, Ю.Б. Миндлин, Н.Е. Сакович // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2025. – №8. – С. 74–78.

6. Капитонова Е.А. Выход субпродуктов индеек при использовании новой медьсодержащей добавки / Е.А. Капитонова, Е.В. Власенко // Химия и АПК: актуальные вопросы и научные достижения: Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Г. Малахова, Москва, 17–18 июня 2024 года. – Москва: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, 2024. – С. 202–207.

7. Medicinal plants: A source of phytobiotics for the feed additives / S. Ivanova, S. Sukhikh, A. Popov [et al.] // Journal of Agriculture and Food Research. – 2024. – Vol. 16. – P. 101172.

8. Мухорчева О.И. Применение искусственного интеллекта в диагностике заболеваний животных / О.И. Мухорчева, Н.А. Вerezубова // Трансформации современного общества: теоретические и практические аспекты: Материалы VII Международной научно-практической конференции, Москва, 24–25 апреля 2025 года. – Москва: Московский институт экономики, политики и права, 2025. – С. 123–127.

9. Новиков М.В. Применение искусственного интеллекта в оценке качества волосяного покрова шкур пушных зверей / М.В. Новиков, Т.В. Реусова, Н.А. Вerezубова // Трансформации современного общества: теоретические и практические аспекты: Материалы VII Между-

народной научно-практической конференции, Москва, 24–25 апреля 2025 года. – Москва: Московский институт экономики, политики и права, 2025. – С. 134–138.