

## ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ БОНИТИРОВКИ СВИНЕЙ В РАМКАХ ЕДИНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЖИВОТНОГО

**Наурызбаев М.К.**<sup>1</sup>,

[itismurat@yandex.ru](mailto:itismurat@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4370-6989>

**Имангалиев Е.И.**<sup>1\*</sup>, кандидат физика-математических наук

[yumangalyev@mail.ru](mailto:yumangalyev@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9760-9709>

**Муратов А.А.**<sup>1</sup>,

[adilmuratov97@gmail.com](mailto:adilmuratov97@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-4008-1100>

**Даугалиева А.Т.**<sup>1</sup>, кандидат ветеринарных наук

[aida1979@bk.ru](mailto:aida1979@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7703-7798>

**Асаубаев Р.Ш.**<sup>2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук

[kandidatru@mail.ru](mailto:kandidatru@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0003-1518-6688>

<sup>1</sup>*Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства  
Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup>*Научно-производственный центр «Центр передовых технологий в сельском хозяйстве»,  
Петропавловск, Казахстан*

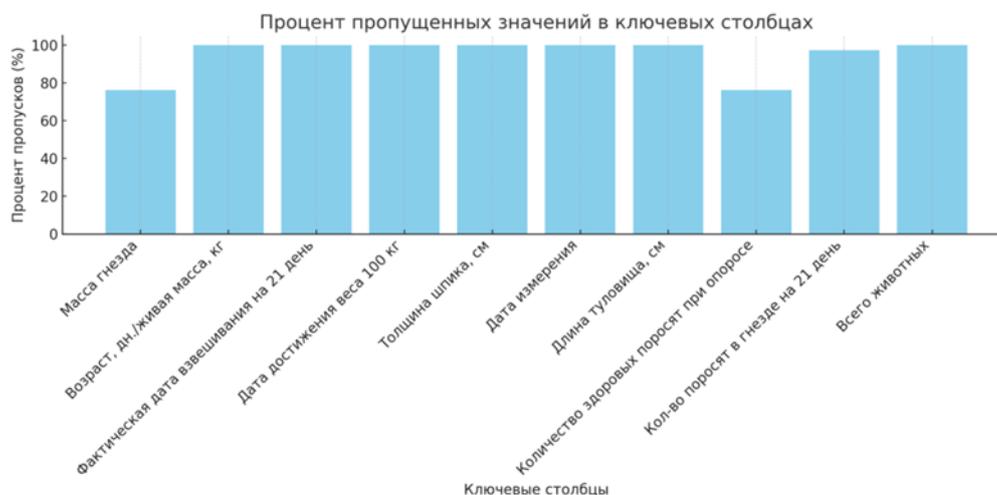
**Аннотация.** Актуальность концептуального рассмотрения цифровизации свиноводческой отрасли вытекает из ее сегодняшнего состояния, которое можно представить в виде набора автоматизированных участков производства, не связанных общей целевой функцией. Техническая сторона автоматизации участков производственного цикла животноводства в виде автоматизированных рабочих мест (АРМ) освоена достаточно давно и не вызывает особых вопросов. Однако конкретные характеристики и специфика использования АРМ подвержены изменениям, зависящими от местных условий и технического прогресса. В частности, развитие цифровых технологий позволяет сформировать единую информационную инфраструктуру вокруг цикла выращивания сельскохозяйственных животных, что позволяет освоить новый уровень информационного сопровождения процессов разведения и селекции. В этих условиях процессы цифровизации и автоматизации отдельных этапов жизненного цикла животного уже не могут рассматриваться по отдельности, а представляют согласованные узлы сбора и обработки информации, следовательно при планировании АРМ на первый план выходят уже не техническое содержание, а концепция использования АРМ в конкретной информационной структуре, планируемой производителем. Независимо от выбранного способа создания информационного пространства вокруг поголовий свиней в Казахстане нужно учитывать то, что процесс цифровой модернизации данной отрасли относится к категории процессов оптимизации, теория которых достаточно разработана и которая обозначает необходимость явного задания целевой функции оптимизации, как первичного критерия для всего процесса. Целевая функция здесь определяется животноводами и принимает максимальное значение, когда все составные части производства действуют оптимальным образом. Составные части формируются по технологическим соображениям и со стороны информационной системы воспринимаются как автоматизированные рабочие места. По этой причине в настоящей статье вопросы построения общей базы данных и интеграции в нее локальных автоматизированных рабочих мест участков производства имеют приоритет над проблематикой использования конкретных технических устройств в хозяйствах. В качестве обобщающей модели процесса используется понятие о едином жизненном цикле животного. Селекционная стратегия в едином цикле на этих страницах рассматривается с точки зрения стратегии, основанной на индексах племенной ценности.

**Ключевые слова:** цифровизация свиноводства, жизненный цикл животного, АРМ, селекционная стратегия, автоматизация процессов.

**Введение.** Промышленные популяции свиней как объект телеметрии занимают первое место среди других с/х животных по объему и разнообразию охватываемых процессов, что естественно если принять во внимания то, что данная отрасль обладает

наибольшей научно-методической обеспеченностью оставаясь одной из самых инновационных в животноводстве. Автоматизация сбора телеметрической информации о данных поголовьях отнюдь не является чем-то новым как в техническом отношении, так и со стороны программного обеспечения. Актуальность имеет контекст построения архитектуры конкретной телеметрической системы, вытекающий из особенностей развития этого вида животных в стране, а также целевого назначения телеметрической информации.

Главной особенностью отечественного свиноводства является малый объем данных, представляющих отрасль в информационной базе ИАС. Имеющиеся в наличии данные не позволяют произвести оценку племенной ценности в BLUP даже по одному фактору, хотя индексирование свиней осуществляется всегда с помощью комплексных индексов BLUP, построенных на не менее, чем 6 фенотипических параметрах (см. рисунок 1). Такие индексы способны оценивать экономический потенциал животного, что напрямую влияет на оценку рентабельности хозяйств и отрасли.



**Рисунок 1 – Доля пропущенных записей по ключевым позициям.**

Увеличить объем и спектр собираемых данных можно задействовав административный ресурс, регулирующий субсидии фермерам, если связать получение субсидий с регулярной поставкой данных о поголовье в ИАС в требуемом формате и нормативном статистическом качестве. Второй путь основан на широкой автоматизации процесса выращивания животных, то есть оснащение ферм устройствами автоматического кормления и круглосуточной регистрации параметров и поведения животных. Поскольку подобная техническая автоматизация является достаточно затратной, то можно ожидать, что в реальности улучшение цифровой инфраструктуры свиноводства будет представлять некоторое объединение обоих подходов. В этом случае информация будет частично представлена данными, внесенными самими фермерами, частично, переданная от автоматизированных устройств. В сравнении с сегодняшним положением, это будет существенный прогресс, но даже создание такой, достаточно архаичной системы требует определенной оптимизации с учетом высоких затрат на аппаратную часть системы.

Следовательно, необходимо сформулировать концепцию информационного окружения жизненного цикла животного, обеспечивающую оптимальную информационную инфраструктуру для управления содержанием и селекцией поголовья.

**Материалы и методы исследования.** Полный жизненный цикл производства продукции животноводства складывается из ряда участков различных по технологическим операциям и обеспечивающим ресурсам. Ресурсы могут быть как материальными, например корма, так и в виде информационной научно-методической поддержки технологий [0,0,0].

В жизненном цикле животного от этапов селекции и рождения до его утилизации неравноценное обеспечение ресурсами и несвязанные между собой оценки результатов этапов приводят к росту финансовых затрат на поддержку производства по причине

недооценки степени влияния производственных участков друг на друга. Отсутствие сопоставления результатов может приводить к снижению качества конечного продукта, когда более низкий уровень работ на одном участке понижает общий показатель в конце производственной линии. Это приводит к необходимости осуществления автоматизации [4] и, вообще информационной поддержки для всего жизненного цикла в целом. В этой концепции основными структурными элементами являются формализованный (разбитый на технологические участки) жизненный цикл животного и автоматизированные рабочие места по роду деятельности (рисунок 2).

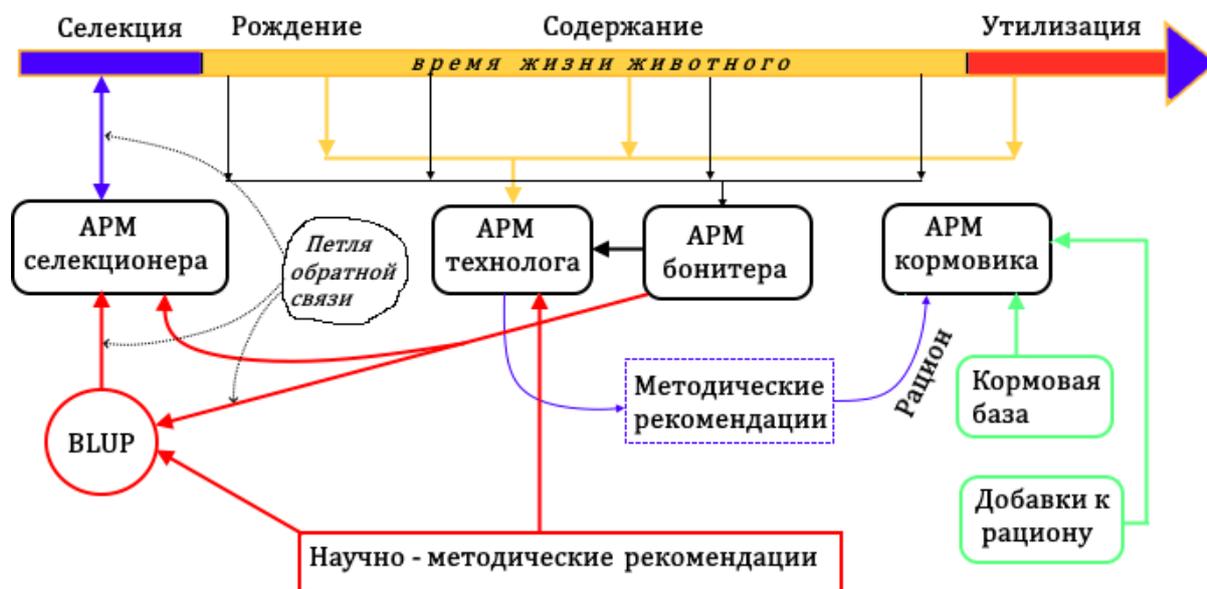


Рисунок 2 – Общая схема информационных потоков в системе.

Схема на рисунке 2 представляет сильно упрощенную структуру информационных потоков в системе. Внутренние объекты структуры являются частью хозяйства, которая проводит животное по его жизненному циклу до его утилизации, что в большинстве случаев представляет собой реализацию животного на рынке. Внешние объекты структуры, к которым относятся научные организации, ветеринарная служба и инфраструктура обеспечения кормовыми, пастбищными и энергетическими ресурсами дополняют поддержку жизненного цикла для всех хозяйств. Упрощенная схема лучше иллюстрирует смысл оптимизации жизненного цикла. В самом элементарном виде целевая функция оптимизации – это экономическая прибыль данного жизненного цикла может быть представлена как:

$$F = a_1 W - a_2 R \quad (1)$$

где,  $F$  – целевая функция,  $W$  – объем произведенной продукции,  $R$  – затраты на ее производство. В процессе детализации архитектуры системы, вид этой функции уточняется за счет расширения числа параметров, входящих в расчет  $W$  и  $R$ , в соответствии с которыми также будут определены коэффициенты  $a_1$  и  $a_2$  и ее конечный вид оказывается достаточно сложным. С каждым хозяйством связана своя функция  $F$ , минимум которой отвечает оптимальное функционирование жизненного цикла.

В представленной на рисунке 2 схеме, элементы управления жизненным циклом по значению целевой функции не приведены, поскольку данная задача здесь не рассматривается, но показан контур обратной связи в управлении селекционным процессом, использующий оценки VLUP. Обратная связь – это способ управления процессом, когда по результатам на выходе процесса можно управлять ходом самого процесса, изменяя его в нужную сторону. Данный контур образуют: Животное – АРМ бонитера – Оценки VLUP – АРМ селекционера – Животное. Здесь данные о фенотипах собирает АРМ бонитера (АРМБ) и передает эти данные во внешний расчетный центр для получения оценок VLUP.

На основании этих оценок селекционер, используя программное обеспечение АРМ селекционера (АРМС) производит отбор животных для селекции, воздействуя таким образом на целевую функцию. Контекст использования АРМБ в контуре обратной связи позволяет установить часть целевых функций, которыми должен обладать модуль АРМБ, соответственно более подробная схема информационных потоков в АРМБ приведена на рисунке 3.

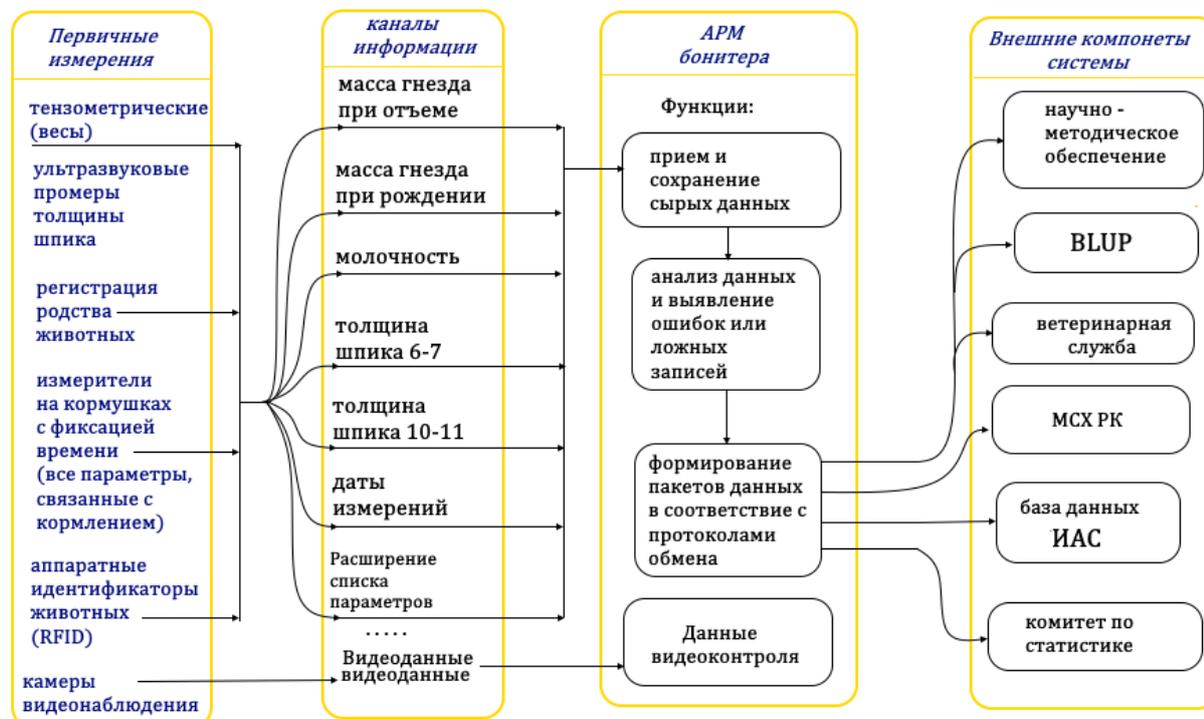


Рисунок 3 – Схема информационных потоков в АРМБ.

Исходя из возможностей, достижимых в настоящее время, количество каналов передачи информации сведено к минимуму, необходимому для обеспечения получения комплексных индексов BLUP [5,6,7,8]. Эти каналы показаны на рисунке 3. Данный рисунок отражает концептуальное представление о движении информации внутри системы, техническая схема взаимодействия компонентов системы выглядит несколько подробнее. При этом разрыва между сложностью концепции и ее реализации здесь не будет, поскольку построение конкретной технической архитектуры системы и программного обеспечения для АРМБ в настоящее время не составляет особых трудностей, если архитектура системы концептуально рационально выстроена.

В соответствии с предлагаемой концепцией функции АРМБ расширены за счет интеграции локальных баз данных хозяйств в национальные базы данных ИАС, базы ветеринарных служб, а также интеграции данных, собираемых АРМБ с расчетами в BLUP.

Для Казахских селекционеров актуальны вопросы, во-первых, о том, как результаты расчета племенной ценности в BLUP будут соотноситься с традиционной оценкой по классу бонитировки [8]. Ответ на данный вопрос влияет на стратегию селекции, поскольку определяет основной критерий отбора: по результатам BLUP или по классу бонитировки. В другой формулировке данный вопрос стоит иначе - нельзя ли вообще ограничить число параметров бонитировки, имеющих отношение к качеству мяса только, теми, которые входят в число влияющих факторов BLUP?

Во-вторых, насколько результаты расчета BLUP по родословным отличаются от расчета тех же поголовий геномными аппроксимациями BLUP: GBLUP, ssGBLUP и wssGBLUP. Данный вопрос поднимается в связи с тем, что большие масштабы генотипирования поголовья на сегодня в стране технически не доступны.

По первому вопросу для отечественных свиноводов интересны результаты анализа, проведенного в [5], поскольку в этом случае породы животных, условия выращивания и природно-климатические условия близки к северным областям Казахстана. В этой работе, выявляется несовпадение рангов производителей, оцененных по суммарному классу бонитировки и методом BLUP. После этого, на основании сделанных расчетов формулируется вывод о недостоверности и субъективности оценок производителей по показателям бонитировки, когда учитывают следующие фенотипические признаки – собственную продуктивность, продуктивность свиноматок и потомства. В работе также сделано замечание о том, что отбор животных по данным бонитировки, приводит к усреднению показателей в поголовье, что повышает ценность BLUP, как источника более достоверных оценок.

Относительно второго вопроса можно заметить, что в реальных условиях желательно иметь вариант BLUP, в котором данные генотипирования можно использовать наряду с данными родословных. Интуитивно кажется понятным, что чем больше информации о родстве животных отражено в уравнениях, оценивающих влияние наследственности, тем точнее должен быть прогноз. Этот вопрос рассмотрен в книге [9], а также работах [10,11,12], где показано, что вопрос объединения данных генома и родословных в одном уравнении сводится к надлежащему выбору математического формализма. В данном источнике утверждается, что математический аппарат GBLUP подобного объединения не допускает, тогда как в ssGBLUP эта операция возможна. Наша точка зрения заключается в том, что существует одна форма уравнения BLUP, которая использует *различные математические меры расстояния*, описывающие степень родства между животными.

Все сказанное выше должно подвести к мысли, что основной задачей проектирования АРМБ в свиноводстве является определение оптимального числа регистрируемых характеристик животного: избыточное их число экономически невыгодно, недостаточное – ухудшает оценку, что также приводит к экономическим потерям. Как показал процесс развития свиноводства, для данного вида животных это совсем не тривиальная задача.

В свиноводстве под племенным индексом здесь с самого начала понимается комплексный индекс, учитывающий все заданные признаки. В КРС комплексный индекс также определен, но он не имеет такого значения, как в свиноводстве, поскольку в меньшей степени связан с экономическими оценками. Экономический характер признаков свиней виден уже в выборе как самостоятельных признаков толщины шпика в точках  $P_1$  и  $P_2$  на разделочной карте животного.

В отличие от КРС, где качество мяса в анализе BLUP не используется, в свиноводстве приняты градации качества продукции. В [13] были ранжированы 8 признаков для измерения качества мяса: вес туши (CWT), толщину шпика (BF), содержание внутримышечного жира (жир), содержание белка, усилие сдвига (SF), водоудерживающую способность (WHC) и цвет L.

Сравнительно недавно появились и стали приобретать популярность методы повышения точности прогноза на основе мульти-признакового генома в BLUP [14-17]. Эти методы основаны на повышении точности мульти-популяционного геномного прогнозирования с использованием мульти-признаковых моделей GBLUP, включающих глобальную или локальную генетическую корреляционную информацию.

Приведенные примеры указывают на наличие определенного тренда на увеличение числа влияющих на оценку факторов. В этой связи показательна работа [0], где задействован ряд экзотических для Казахстана факторов по признакам кормового поведения: ADFI, NVD, TPD, FR, описывающих потребление кормов по частоте и продолжительности использования кормовой станции животными. В работе [Ошибка! Источник ссылки не найден.] используются пять комплексных индексов, включающих толщину шпика в  $P_1$  и  $P_2$ .

Возможно, чрезмерный рост числа влияющих факторов, проиллюстрированный выше побудил к исследованию [Ошибка! Источник ссылки не найден.], где проводится сравнительный анализ моделей животного, содержащих различное число факторов на

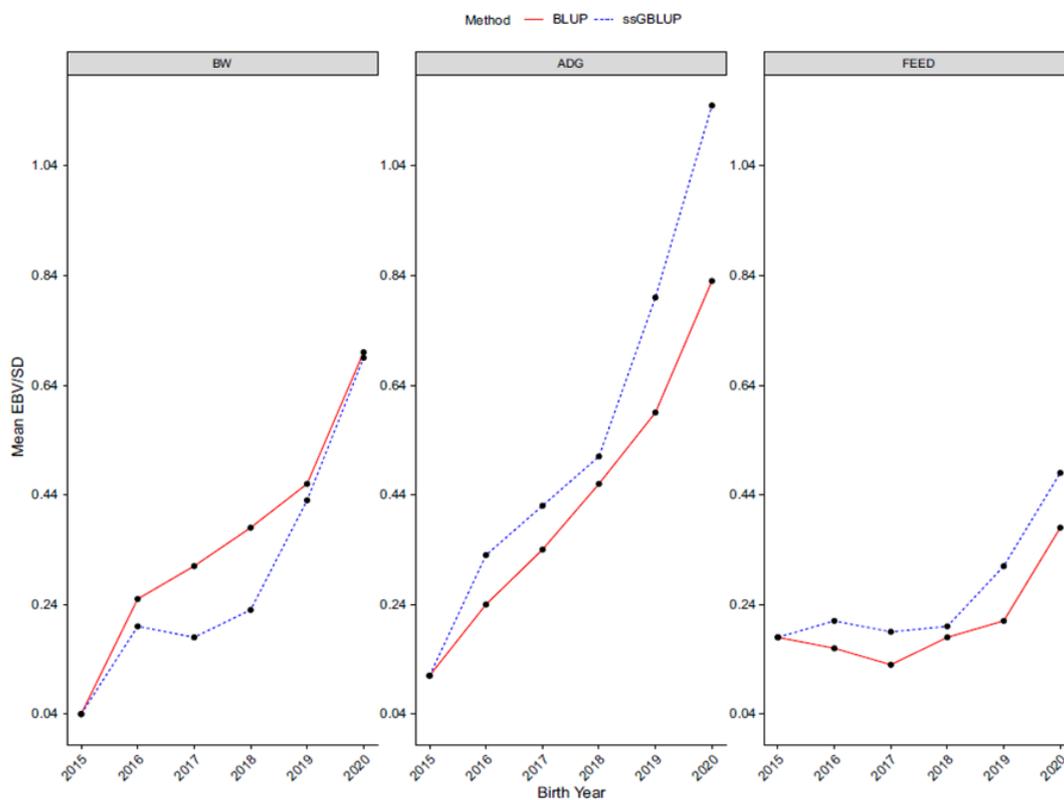
поголовье йоркширских свиней по информационным критериям Акайке (AIC) и Шварца (BIC). Данный вид анализа позволяет выбрать из сравниваемых моделей наиболее эффективную по затратам на единицу полезной информации.

Несмотря на то, что подобное сопоставление моделей с разным числом влияющих факторов формально помогает сокращению числа влияющих факторов, из материалов последних работ создается впечатление, что простые модели в BLUP для свиноводства вышли из употребления. В качестве примера можно привести работу [20], которая заслуживает внимания еще и потому, что в число ее авторов входят разработчики метода ssGBLUP и программного обеспечения пакета BlupF90 (*Andres Legarra, Ignacy Misztal*). В первую очередь внимание казахстанских свиноводов следует обратить как на сами задействованные факторы, так и на количество животных, прошедших тестирование (см. таблицу 1).

**Таблица 1 – Статистические данные исследования поголовья свиней по данным [Ошибка! Источник ссылки не найден.]**

Признак	Число записей	Среднее	Стандартное отклонение	$h^2$	Minimum	Maximum
BW (г)	228.427	1281.6	327.8	0.05	45	3992
ADG (г)	101.255	343.5	61.5	0.22	200	600
FEED (г)	11.444	1917.8	301.9	0.26	827	3872

Здесь BW обозначает вес при рождении, ADG – средний суточный привес от рождения до окончания периода выхаживания на 11 неделе, FEED дневное потребление корма в период откорма до 23 недель. В качестве иллюстрации эффективности геномных методов селекции, основанных на BLUP, приведены результаты, демонстрирующие улучшение признаков в поголовье, прошедшем данную селекцию (рисунок 4).



**Рисунок 4 – Сравнение прогнозных значений BLUP с фактически полученными данными.**

На данном рисунке представлены сравнительные прогнозы, полученные в BLUP и

ssGBLUP, выраженные в единицах среднего значения отношения  $\frac{EBV}{SD}$ . Значения EBV определялись по признакам, приведенным в таблице 1 для генотипированных свиней породы Ландрас [20]. Для казахстанских свиноводов показательно даже не сами характеристики сравнения, а выбор признаков.

#### **Обсуждение результатов исследования**

В результате проведенного исследования были получены следующие результаты:

- В рамках концепции единого жизненного цикла животного представлена позиция и роль АРМБ, а также его связь с АРМС и BLUP;
- На основании анализа мирового опыта и существующих тенденций в животноводстве обоснована позиция BLUP, как основного потребителя данных АРМБ;
- Связь АРМБ, BLUP и АРМС представлена в виде цепи обратной связи в схеме управления селекцией в рамках единого жизненного цикла животного.

Анализ существующих баз данных ИАС на сегодня показал их, практически полную непригодность к обеспечению информацией расчетов по мульти-признакам, требуемых в BLUP для свиней. Из генеральной совокупности животных удалось отобрать менее 7% процентов записей пригодных для расчета по двух - признаковой схеме. Подобная степень усечения модели животного исключает полноценный расчет, в силу чего база данных была использована только для тестирования разработанной программы. Из этого вытекает неотложная необходимость в обеспечении надежными данными в последующие периоды работы.

**Выводы.** На основании проведенного аналитического исследования можно заключить, что использование методики BLUP для оценки генетической ценности свиней является практически единственным способом осуществления обоснованного селекционного выбора. Это вытекает из того, что оценка животных происходит одновременно по нескольким признакам, которые имеют различную биологическую природу. С другой стороны, выделение генетической составляющей из множества разнородных влияющих факторов является задачей, решаемой в рамках линейного несмещенного прогноза. Этот прогноз также является наилучшим в смысле достижения минимума дисперсий отклонений. Соответственно сказанному, должно формироваться техническое задание на разработку АРМБ. Формирование технического задания представляет наиболее сложную часть разработки АРМБ в свиноводстве и осуществляется с участием животноводов, IT специалистов и по организации вычислений в BLUP.

**Финансирования.** Данное исследование финансируется Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан на 2024-2026 годы (ПЦФ BR24892783 «Разработка интегрированного управления и развития генетических ресурсов свиней Казахстана информационными, молекулярно-генетическими и зоотехническими методами»).

#### **Литература:**

- [1] **Paredes, Rob.** Product Life Cycle: Importance for Business / Safety Culture, published 13 Dec, 2023 // Resource: <https://safetyculture.com/topics/product-life-cycle/>
- [2] **Troy, Segal.,** Khadija Khartit, Suzanne Kvilhaug. Product Lifecycle Management (PLM): Definition, Benefits, History/ Updated March 17, 2023// Resource: <https://www.investopedia.com/terms/p/product-life-cycle-management.asp>.
- [3] **Vaňová, Anna,** Petriková Katarína. Influences of the economic cycle on the product life cycle of a territory / Int Rev Public Nonprofit Mark, <https://doi.org/10.1007/s12208-011-0079-4>.
- [4] Е.Н. Автоматизация свиноводческого хозяйства // Блог компании «Матрица». – 2021. – URL: <http://www.matrix24.ru/blog/avtomatizatsiya-svinovodcheskogo-khozyaystva-.html> (дата обращения: 10.03.2025).
- [5] **Суслина, Е.Н.,** Новиков А.А., Павлова С.В., Башмакова Н.В., Федин Г.И., Алексеева С.И. Оценка племенной ценности свиней с использованием метода BLUP. – Известия ТСХА, выпуск 6, 2019. УДК 636.4.082.2 / <https://doi.org/10.34677/0021-342x-2019-6-150-16>.
- [6] ГОСТ 2.120-2013. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ «Единая система

конструкторской документации (ЕСКД). Технический проект» (с Поправкой). / 4Электронный ресурс: <https://online.zakon.kz/Document/> Название с экрана. Дата посещения 29.08.2024.

[7] Селекция свиней – оценка племенной ценности свиней методом BLUP. [Электронный ресурс]. – сайт: селекционно-генетический центр «Знаменский». Адрес: <https://nsgc.ru/kontent/78-ocenka-plemennoj-cennosti-svinej-metodom-blup>, заглавие с экрана, дата посещения 10.09.2024

[8] Приказ Министра сельского хозяйства РК №277 от 28.07.2023 г. Об утверждении инструкций по бонитировке. – [Электронный ресурс]. – Доступ через справочно-правовую систему Эділет.

[9] Andres Legarra Daniela A.L. Lourenco Zulma G. Vitezica. Bases for Genomic Prediction. / book, 2018-07-15.

[10] **Matthew, E.** Wolak and Jane M. Reid. Accounting for genetic differences among unknown parents in microevolutionary studies: how to include genetic groups in quantitative genetic animal models / *Journal of Animal Ecology* 2017, 86, 7–20. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12597>.

[11] **Morrissey, B.**, Willson A.J., Pemberton J.M. & Ferguso M.M.. A framework for power and sensitivity analyses for quantitative genetic studies of natural populations, and case studies in Soaysheep (*Ovis aries*)/ *Journal of evolutionary biology*, 01 October 2007, <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2007.01412.x>.

[12] **Stefanie, Muff**, Alina K. Niskanen, Dilan Saatoglu, Lukas F. Keller and Henrik Jensen. Animal models with group-specific additive genetic variances: extending genetic group models / Muff et al. *Genetic Selection Evolution* (2019) 51:7 <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0449-7>.

[13] Селекция свиней – оценка племенной ценности свиней методом BLUP. [Электронный ресурс]. - сайт: селекционно-генетический центр «Знаменский». Адрес: <https://nsgc.ru/kontent/78-ocenka-plemennoj-cennosti-svinej-metodom-blup>, заглавие с экрана, дата посещения 10.09.2024.

[14] **Jun, Teng**, Tingting Zhai, Xinyi Zhang, Changheng Zhao, Wenwen Wang, Hui Tang, Dan Wang, Yingli Shang, Chao Ning, Qin Zhang. Improving multi-population genomic prediction accuracy using multi-trait GBLUP models which incorporate global or local genetic correlation information. [Электронный ресурс]: Briefings in Bioinformatics, 2024, 25(4), bbae276 <https://doi.org/10.1093/bib/bbae276>, Problem Solving Protocol.

[15] **Abelardo, M-L.**, Daniel E. R., Maria I.I., Paulino P-R., Osval A. Ms-Lz, Leonardo A. C., Alison R. B., J. Crossa. Multi-trait genomic-enabled prediction enhances accuracy in multi-year wheat breeding trials. [Электронный ресурс]: download from <https://academic.oup.com/g3journal/advance-article/doi/10.1093/g3journal/jkab270/6332007> by guest on 31 July, 2021.

[16] **Calus, M**, Goddard M.E, Wientjes Y. et al. Multibreed genomic prediction using multitrait genomic residual maximum likelihood and multitask Bayesian variable selection. *J Dairy Sci* 2018;101: 4279–94. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13366>.

[17] **Lee, Y.**, Jeong H., Taye M., Kim H.J., Ka S., Y-Ch. Ryu, S. Cho. Genom-wide association Study (GWAS) and Its Application for Improving the Genomic Estimated Breeding Values (GEBV) of the Berkshire Pork Quality Traits./ *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, vol 28, No 11:1551-1557, November, 2015.

[18] **Отрадно́в, П.И.**, Рудиянов Д.М., Белоус А.А. Валидация оценок племенной ценности свиней породы дюрок по признакам кормового поведения. / Свиноводство. - научно-производственный журнал // <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2023-5-22-26> . - УДК 636.02/ 636.03/636.4.033. [Электронный ресурс]: [https://www.svinoprom.ru/article\\_2023-05\\_22-26.php](https://www.svinoprom.ru/article_2023-05_22-26.php).

[19] **Chang, Y.**, Haoran Shi, Peng Zhou, Yuwei Wang, Xuzhe Tao, Zongjun Yin, Xiaodong Zhang, Yang Liu. Genomic Prediction of Growth Traits in Yorkshire Pigs of Different Reference Group Sizes Using Different Estimated Breeding Value Models / *Animals* (Basel). 2024 Apr; 14(7): 1098. Published online 2024 Apr 4. <https://doi.org/10.3390/ani14071098>, PMID: PMC11010886 PMID: 38612337

[20] Rostam Abdollahi-Arpanahi, Daniela Lourenco1, Andres Legarra, Ignacy Misztal. Dissecting genetic trends to understand breeding practices in livestock: a maternal pig line example. / *Genetics Selection Evolution* (2021),53:89. [Электронный ресурс]: <https://doi.org/10.1186/s12711-021-00683-6>. Дата посещения 12.09.2024.

## References:

- [1] **Paredes, Rob.** Product Life Cycle: Importance for Business / Safety Culture, published 13 Dec, 2023 // Resource: <https://safetyculture.com/topics/product-life-cycle/>
- [2] **Troy, Segal,** Khadija Khartit, Suzanne Kvilhaug. Product Lifecycle Management (PLM): Definition, Benefits, History/ Updated March 17, 2023// Resource: <https://www.investopedia.com/terms/p/product-life-cycle-management.asp>.
- [3] **Vaňová, Anna,** Petriková Katarína. Influences of the economic cycle on the product life cycle of a territory / Int Rev Public Nonprofit Mark, <https://doi.org/10.1007/s12208-011-0079-4>.
- [4] E.N. Avtomatizaciya svinovodcheskogo hozyajstva // Blog kompanii «Matrica», – 2021. – URL: <http://www.matrix24.ru/blog/avtomatizatsiya-svinovodcheskogo-khozyaystva-.html> (data obrashcheniya: 10.03.2025). [in Russian].
- [5] **Suslina, E.N.,** Novikov A.A., Pavlova S.V., Bashmakova N.V., Fedin G.I., Alekseeva S.I. Ocenka plemennoj cennosti svinej s ispol'zovaniem metoda BLUP. – Izvestiya TSHA, vypusk 6, 2019. UDK 636.4.082.2 / DOI 10.34677/0021-342h-2019-6-150-16. [in Russian].
- [6] GOST 2.120-2013. MEZhGOSUDARSTVENNYJ STANDART «Edinaya sistema konstruktorskoj dokumentacii (ESKD). Tekhnicheskij proekt» (s Popravkoj). / 4Elektronnyj resurs: <https://online.zakon.kz/Document// Nazvanie s ekrana. Data poseshcheniya 29.08.2024.> [in Russian].
- [7] Selekcija svinej – ocenka plemennoj cennosti svinej metodom BLUP. [Elektronnyj resurs]. - sajt: selekcionno-geneticheskij centr «Znamenskij». Adres: <https://nsgc.ru/kontent/78-ocenka-plemennoj-cennosti-svinej-metodom-blup>, zaglavie s ekrana, data poseshcheniya 10.09.202 [in Russian].
- [8] Prikaz Ministra sel'skogo hozyajstva RK №277 ot 28.07.2023 g. Ob utverzhdenii instrukcij po bonitirovke. – [Elektronnyj resurs]. – Dostup cherez spravocno-pravovuyu sistemu Ædilet. [in Russian].
- [9] **Andres, Legarra Daniela** A.L. Lourenco Zulma G. Vitezica. Bases for Genomic Prediction. / book, 2018-07-15.
- [10] **Matthew, E.** Wolak and Jane M. Reid. Accounting for genetic differences among unknown parents in microevolutionary studies: how to include genetic groups in quantitative genetic animal models / Journal of Animal Ecology, 2017, 86, 7–20. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12597>.
- [11] **Morrissey, B.** Willson A.J., Pemberton J.M. & Ferguso M.M.. A framework for power and sensitivity analyses for quantitative genetic studies of natural populations, and case studies in Soaysheep (*Ovis aries*) / Journal of evolutionary biology, 01 October, 2007, doi:10.1111/j.1420-9101.2007.01412.x.
- [12] **Stefanie, Muff,** Alina K. Niskanen, Dilan Saatoglu, Lukas F. Keller and Henrik Jensen. Animal models with group-specific additive genetic variances: extending genetic group models / Muff et al. Genetic Selection Evolution (2019) 51:7 <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0449-7>.
- [13] Selekcija svinej – ocenka plemennoj cennosti svinej metodom BLUP. [Elektronnyj resurs]. - sajt: selekcionno-geneticheskij centr «Znamenskij». Adres: <https://nsgc.ru/kontent/78-ocenka-plemennoj-cennosti-svinej-metodom-blup>, zaglavie s ekrana, data poseshcheniya 10.09.2024. [in Russian].
- [14] **Jun, Teng,** Tingting Zhai, Xinyi Zhang, Changheng Zhao, Wenwen Wang, Hui Tang, Dan Wang, Yingli Shang, Chao Ning, Qin Zhang. Improving multi-population genomic prediction accuracy using multi-trait GBLUP models which incorporate global or local genetic correlation information. [Elektronnyj resurs]: Briefings in Bioinformatics, 2024, 25(4), bbae276 <https://doi.org/10.1093/bib/bbae276>, Problem Solving Protocol.
- [15] **Abelardo, M-L.,** Daniel E. R., Maria I.I., Paulino P-R., Osval A. Ms-Lz, Leonardo A. C., Alison R. B., J. Crossa. Multi-trait genomic-enabled prediction enhances accuracy in multi-year wheat breeding trials. [Elektronnyj resurs]: download from <https://academic.oup.com/g3journal/advance-article/doi/10.1093/g3journal/jkab270/6332007> by guest on 31 July, 2021.
- [16] **Calus, M,** Goddard M.E, Wientjes Y. et al. Multibreed genomic prediction using multitrait genomic residual maximum likelihood and multitask Bayesian variable selection. J Dairy Sci 2018;101: 4279–94. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13366>.
- [17] **Lee, Y.,** H. Jeong, M. Taye, H.J. Kim, S. Ka, Y-Ch. Ryu, S. Cho. Genom-wide association Study (GWAS) and Its Application for Improving the Genomic Estimated Breeding Values (GEBV) of the Berkshire Pork Quality Traits./ Asian Australas. J. Anim. Sci., vol 28, No 11:1551-1557, November, 2015.
- [18] **Otradnov, P.I.,** Rudiyanov D.M., Belous A.A. Validaciya ocenok plemennoj cennosti svinej porody dyurok po priznakam kormovogo povedeniya. / Svinovodstvo. - nauchno-proizvodstvennyj zhurnal // <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2023-5-22-26>. – UDK 636.02/ 636.03/636.4.033. [Elektronnyj resurs]: [https://www.svinoprom.ru/article\\_2023-05\\_22-26.php](https://www.svinoprom.ru/article_2023-05_22-26.php). [in Russian].

[19] **Chang, Y.**, Haoran Shi, Peng Zhou, Yuwei Wang, Xuzhe Tao, Zongjun Yin, Xiaodong Zhang, Yang Liu. Genomic Prediction of Growth Traits in Yorkshire Pigs of Different Reference Group Sizes Using Different Estimated Breeding Value Models / *Animals (Basel)*. 2024 Apr; 14(7): 1098. Published online, 2024 Apr 4. DOI: 10.3390/ani14071098, PMID: PMC11010886 PMID: 38612337

[20] **Rostam, Abdollahi-Arpanahi**, Daniela Lourenco<sup>1</sup>, Andres Legarra, Ignacy Misztal. Dissecting genetic trends to understand breeding practices in livestock: a maternal pig line example. / *Genetics Selection Evolution* (2021),53:89. [Elektronnyj resurs]: <https://doi.org/10.1186/s12711-021-00683-6>. Data poseshcheniya 12.09.2024.

## ШОШҚАЛАРДЫ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН БАҒАЛАУ МІНДЕТТЕРІ ЖАНУАРДЫҢ БІРЫҢҒАЙ ӨМІРЛІК ЦИКЛІ

**Наурызбаев М.К.<sup>1</sup>,**

**Иманғалиев Е.И.<sup>1\*</sup>**, физика-математика ғылымдарының кандидаты

**Муратов А.А.<sup>1</sup>,**

**Даугалиева А.Т.<sup>1</sup>**, ветеринария ғылымдарының кандидаты

**Асаубаев Р.Ш.<sup>2</sup>**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты

<sup>1</sup>Қазақ мал шаруашылығы және жеміш өндіру ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>«Ауыл шаруашылығы саласындағы алдыңғы қатарлы технологиялар орталығы»

Ғылыми-өндірістік кешен, Петропавл, Қазақстан

**Аңдатпа.** Шошқа шаруашылығы саласын цифрландыруды тұжырымдамалық қарастырудың өзектілігі оның қазіргі жағдайынан туындайды, оны жалпы мақсатты функциямен байланысты емес автоматтандырылған өндіріс учаскелерінің жиынтығы түрінде ұсынуға болады. Автоматтандырылған жұмыс орындары (АЖО) түріндегі мал шаруашылығының өндірістік циклі учаскелерін автоматтандырудың техникалық жағы бұрыннан игерілген және ерекше сұрақтар туғызбайды. Алайда, АЖО-ны қолданудың нақты сипаттамалары мен ерекшеліктері жергілікті жағдайлар мен технологиялық прогреске байланысты өзгерістерге ұшырайды. Атап айтқанда, цифрлық технологиялардың дамуы ауыл шаруашылығы жануарларын өсіру циклінің айналасында бірыңғай ақпараттық инфрақұрылымды қалыптастыруға мүмкіндік береді, бұл өсіру және селекция процестерін ақпараттық қолдаудың жаңа деңгейін игеруге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда жануардың өмірлік циклінің жекелеген кезеңдерін цифрландыру және автоматтандыру процестерін енді жеке қарастыруға болмайды, бірақ ақпаратты жинау мен өңдеудің келісілген түйіндерін білдіреді, сондықтан АЖО жоспарлау кезінде техникалық мазмұн бірінші орынға шықпайды, бірақ өндіруші жоспарлаған нақты Ақпараттық құрылымда АЖО пайдалану тұжырымдамасы. Қазақстанда шошқа малының айналасында ақпараттық кеңістік құрудың таңдалған тәсіліне қарамастан, осы саланы цифрлық жаңғырту процесі теориясы жеткілікті түрде әзірленген және бүкіл процесс үшін бастапқы критерий ретінде оңтайландырудың нысаналы функциясын нақты белгілеу қажеттілігін білдіретін оңтайландыру процестерінің санатына жататынын ескеру қажет. Мұндағы мақсатты функцияны мал өсірушілер анықтайды және өндірістің барлық құрамдас бөліктері оңтайлы жұмыс істеген кезде максималды мәнге ие болады. Құрамдас бөліктер технологиялық себептерге байланысты қалыптасады және ақпараттық жүйе тарапынан автоматтандырылған жұмыс орындары ретінде қабылданады. Осы себепті, осы мақалада жалпы мәліметтер базасын құру және оған жергілікті автоматтандырылған жұмыс орындарын интеграциялау мәселелері шаруашылықтарда нақты техникалық құрылыстарды пайдалану мәселелерінен басым болады. Процестің жалпылама моделі ретінде жануардың бірыңғай өмірлік циклі туралы түсінік қолданылады. Осы беттердегі бір циклі асылдандыру стратегиясы асыл тұқымды құндылық индекстеріне негізделген стратегия тұрғысынан қарастырылады.

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы министрлігі қаржыландырады ("ақпараттық, молекулалық-генетикалық және зоотехникалық әдістермен Қазақстанның шошқаларының генетикалық ресурстарын интеграцияланған басқару мен дамытуды әзірлеу" BR24892783 ПЦФ).

**Тірек сөздер:** шошқа шаруашылығын цифрландыру, жануардың өмірлік циклі, АЖО, селекциялық стратегия, процестерді автоматтандыру.

## TASKS OF AUTOMATED GRADING OF PIGS WITHIN THE FRAMEWORK OF A SINGLE LIFE CYCLE OF ANIMAL

**Nauryzbayev M.K.**<sup>1</sup>,  
**Imangaliev E.I.**<sup>1\*</sup>, Candidate of Physical and Mathematical Sciences  
**Muratov A.A.**<sup>1</sup>,  
**Daugalieva A.T.**<sup>1</sup>, Candidate of Veterinary Sciences  
**Asaubayev R.Sh.**<sup>2</sup>, Candidate in Agricultural Sciences

<sup>1</sup>*Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production, Almaty, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*Research and Production Center "Center for Advanced Technologies in Agriculture*

**Annotation.** The relevance of the conceptual consideration of digitalization of the pig-breeding industry follows from its current state, which can be represented as a set of automated production sections that are not connected by a common target function. The technical side of automation of sections of the livestock production cycle in the form of automated workstations (AWP) has been mastered for a long time and does not raise any special questions. However, the specific characteristics and specifics of the use of AWP are subject to changes depending on local conditions and technical progress. In particular, the development of digital technologies makes it possible to form a unified information infrastructure around the cycle of growing farm animals, which makes it possible to master a new level of information support for breeding and selection processes. Under these conditions, the processes of digitalization and automation of individual stages of the animal's life cycle can no longer be considered separately, but represent coordinated nodes for collecting and processing information, therefore, when planning an AWP, the technical content is no longer the focus, but the concept of using an AWP in a specific information structure planned by the manufacturer. Regardless of the chosen method of creating an information space around pig herds in Kazakhstan, it is necessary to take into account that the process of digital modernization of this industry belongs to the category of optimization processes, the theory of which is sufficiently developed and which indicates the need for an explicit assignment of the optimization target function as a primary criterion for the entire process. The target function here is determined by livestock breeders and takes on a maximum value when all components of production operate optimally. The components are formed for technological reasons and are perceived by the information system as automated workplaces. For this reason, in this article, the issues of building a common database and integrating local automated workplaces of production sites into it have priority over the problems of using specific technical devices on farms. The concept of a single life cycle of an animal is used as a generalizing model of the process. The selection strategy in a single cycle on these pages is considered from the point of view of a strategy based on breeding value indices. This study is funded by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan (PCF BR24892783 "Development of integrated management and development of genetic resources of pigs in Kazakhstan using information, molecular genetics and zootechnical methods").

**Keywords:** digitalization of pig farming, animal life cycle, automated workplace, breeding strategy, automation of processes.