

УДК 631.3:636.084

АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА КОМБИКОРМОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Симачкова М. С., старший преподаватель
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»,
г. Княгинино, Россия
E-mail: marina_w@inbox.ru

Аннотация

В статье рассмотрен вопрос разработки алгоритма функционирования эргатической системы подбора комбикормового оборудования. Данная система, предназначенная для подбора оборудования при производстве комбикормов, является человеко-машинной системой. Она ориентирована на выбор оптимального набора устройств и машин с учетом эффективности использования ресурсов, энергозатрат, экономической целесообразности, качества и стабильности на рынке. Предложенная эргатическая система поможет улучшить процесс подбора комбикормового оборудования, учитывая различные факторы, а также обеспечит высокую эффективность итогового решения. Статья носит методологический характер.

Ключевые слова: алгоритм, выбор, машина, методология, оборудование, система, человек, эффективность

THE FUNCTIONING ALGORITHM OF THE ERGATIC SYSTEM OF SELECTING THE FEED EQUIPMENT

Simachkova M. S., senior lecturer
State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics», Knyaginino, Russia
E-mail: marina_w@inbox.ru

Annotation

The article discusses the issue of developing a functioning algorithm of the ergatic system of selecting the feed equipment. This system, designed for selecting equipment in the production of compound feed, is a human-machine system. It is focused on selecting the optimal set of devices and machines, taking into account the efficiency of resource use, energy consumption, economic feasibility, quality, and stability in the market. The proposed ergatic system will help to improve the process of selecting the feed equipment, taking into account various factors, and it will ensure high efficiency of the final decision. The article is methodological in nature.

Keywords: algorithm, selection, machine, methodology, equipment, system, person, efficiency

Проектирование и эксплуатация современных животноводческих комплексов немыслимы без эффективной системы комбикормового обеспечения [1-10]. В этой сложной структуре ключевую роль играет эргатическая система подбора оборудования, объединяющая человеческий интеллект, знания и автоматизированные инструменты для достижения оптимальных результатов [11-14].

Настоящая работа посвящена вопросу создания алгоритма функционирования эргатической системы подбора комбикормового оборудования, основанная на разработанной ранее модели подбора комбикормового оборудования, которая помогает выбрать наиболее эффективные технологические линии и технические средства для производства (рисунок 1) [15].

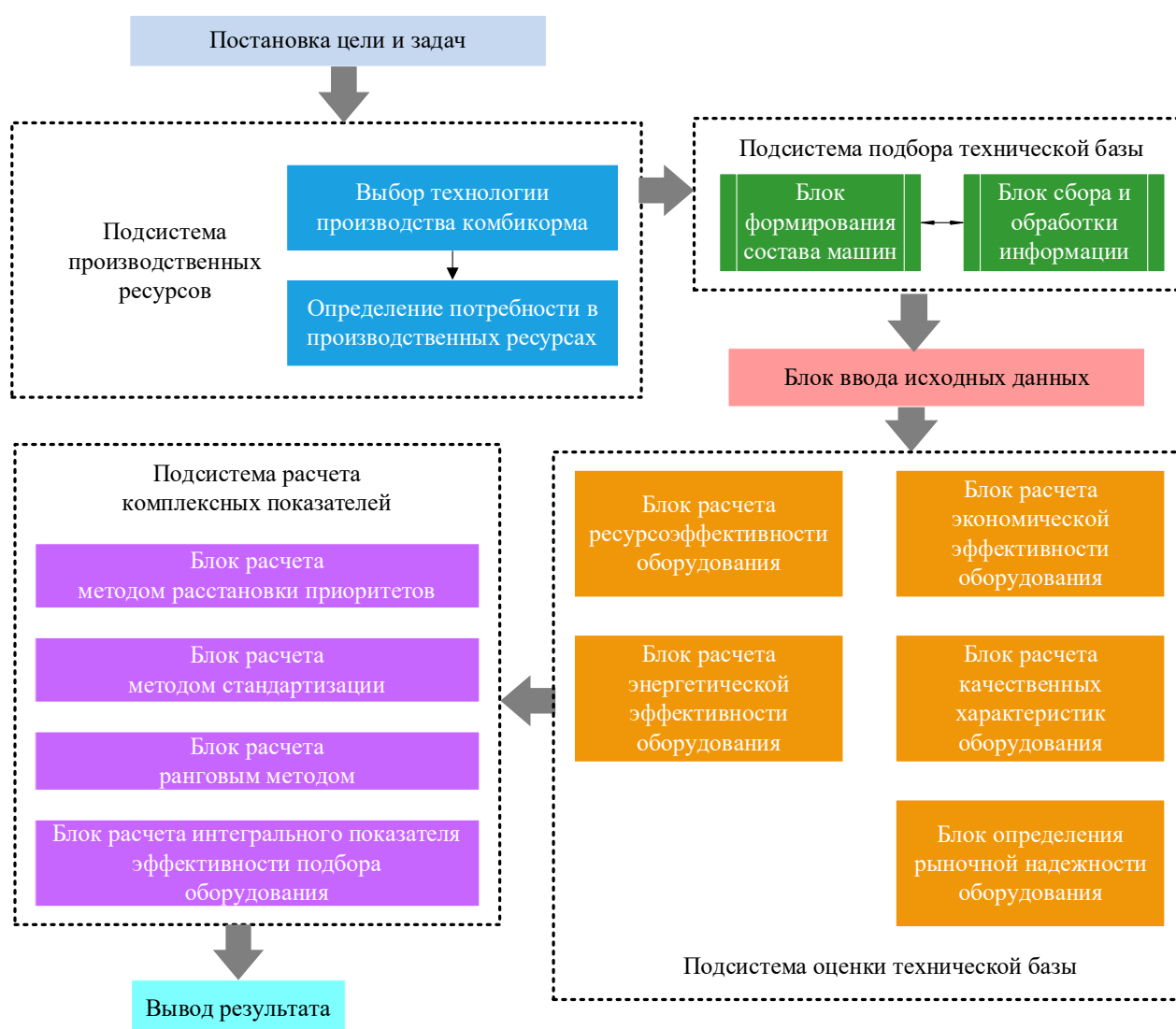


Рисунок 1. Модель подбора комбикормового оборудования

Эргатическая система подбора комбикормового оборудования представляет собой человеко-машинный комплекс, направленный на оптимальный выбор оборудования для производства комбикормов с учетом технических, энергетических, технологических, экономических критериев и критериев качества.

Структура системы:

а) человеческий компонент (оператор) – специалист по подбору оборудования, технолог кормопроизводства и т. п.;

- б) машинный компонент – программа для подбора комбикормового оборудования;
- в) интерфейс взаимодействия – средства ввода/вывода информации.

Функциональные блоки и подсистемы системы:

Блок 1. Постановка цели и задач.

А. Подсистема производственных ресурсов: выбор технологии производства комбикорма; определение потребности в производственных ресурсах; пространственные ограничения производственных площадей.

Б. Подсистема подбора технической базы: формирования состава машин; сбор и обработка информации.

Блок 2. Ввод настроек и исходных данных: ввод настроек, необходимых для дальнейшего сравнения технологических линий/технических средств; ввод исходных данных рассматриваемых линий/оборудования.

Блок 3. Оценка технической базы:

А. Подсистема расчета ресурсоэффективности оборудования.

Б. Подсистема расчета экономической эффективности оборудования.

В. Подсистема расчета энергетической эффективности оборудования.

Г. Подсистема расчета качественных характеристик оборудования.

Блок 4. Расчет комплексных показателей:

А. Подсистема расчета методом расстановки приоритетов.

Б. Подсистема расчета методом стандартизации.

В. Подсистема расчета ранговым методом.

Г. Подсистема расчета интегрального показателя эффективности подбора оборудования.

Блок 5. Вывод результатов.

Принцип взаимодействия человека и системы: интерфейс взаимодействия с оператором предоставляет удобный и доступный способ для ввода данных, просмотра результатов оценки и выбора оборудования. Эффективность эргатической системы напрямую зависит от качества исходных данных. Оператор, обладая экспертными знаниями и опытом, выступает в роли ключевого звена в системе, принимая окончательные решения на основе предоставленной информации и собственных соображений.

На основании данной модели разработан алгоритм функционирования эргатической системы (рисунок 2).

Человеческим компонентом системы (оператором) формируются цели и задачи. На основании анализа кормовой базы, потребностей предприятия и его производственного потенциала осуществляется подбор оптимальной технологии приготовления комбикормов, а также определяется необходимый объем производства. В соответствии с производственными ресурсами, следует подбор технической базы: выбор типа оборудования, которое напрямую участвует в создании комбикорма, а также оборудования, необходимого для обеспечения работы технологической линии.

Далее происходит переход к работе с машинным компонентом системы (оператор переходит к работе с программой). Оператор производит ввод настроек, необходимых для дальнейшего сравнения технологических линий/технических средств: ввод количества линий/оборудования, которое будет подлежать сравнению, а также количества знаков после запятой в результатах расчетов. Результирующим действием является проверка оператором введенных данных параметров. Если настройки неточны, то производится их корректировка в соответствии с поставленными целями и задачами. Если настройки корректны, то следующий шаг – ввод исходных данных анализируемых линий/оборудования. В случае правильного заполнения данных – они сохраняются, в противном случае – производится их уточнение.

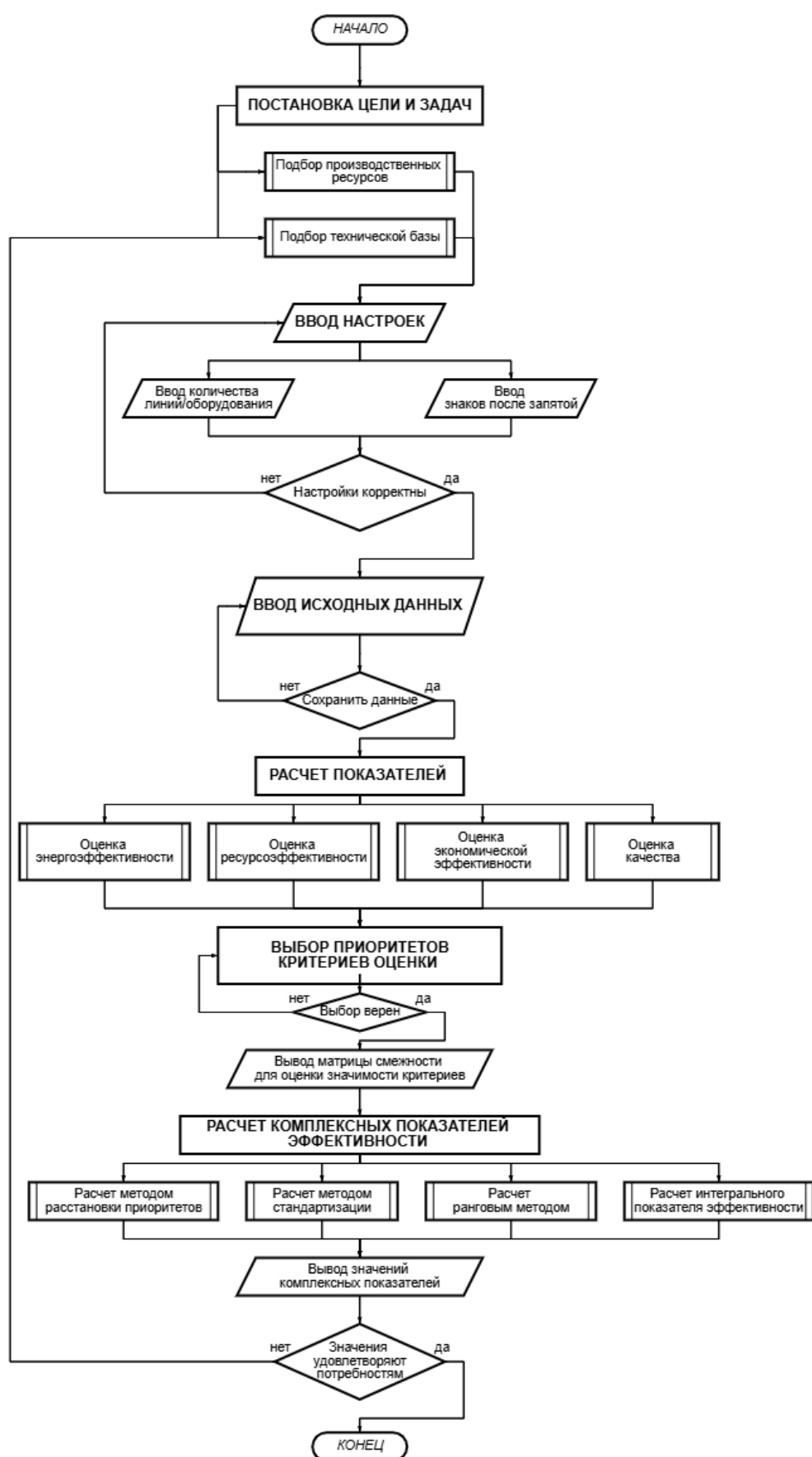


Рисунок 2. Алгоритм функционирования эргатической системы подбора комбикормового оборудования

После этого машинный компонент приступает к расчету показателей эффективности сравниваемого оборудования: ресурсоэффективности, энергоэффективности, экономической эффективности и показателей качества. Оператор может оценить результаты расчетов по каждому из показателей.

Для дальнейшей оценки человеческий компонент системы производит выбор приоритетов критериев, устанавливая степень значимости каждого показателя. И, если выбор верен, то машинный компонент выводит матрицу смежности для оценки значимости критериев, необходимую для расчета комплексных показателей эффективности оборудования. Если оператора не устраивают выбранные приоритеты, то он производит их корректировку.

Расчет комплексных показателей машина производит по четырем методам: методом расстановки приоритетов, методом стандартизации, ранговым методом и расчет интегрального показателя эффективности [16].

После вывода значений комплексных показателей оператор, в соответствии с поставленными целями и задачами, производит выбор наиболее оптимального оборудования. Если результаты расчетов не удовлетворяют заявленным требованиям, то он должен пересмотреть, либо скорректировать состав оборудования и произвести расчеты в соответствии с алгоритмом заново до тех пор, пока итоги расчетов не удовлетворят его потребностям.

Критерии оптимальности выбора.

- соответствие выбранного оборудования поставленной цели и задачам;
- оптимальное значение показателей эффективности подбора.

Разработанная эргатическая система позволит оптимизировать процесс выбора комбикормового оборудования с учетом множества факторов и обеспечит высокую эффективность конечного решения. Ключом к ее успешному использованию являются следующие условия:

- разработка инструкций по эксплуатации и обслуживанию;
- проведение обучения для операторов и технического персонала;
- регулярный анализ эффективности работы оборудования;
- внесение корректировок в процесс, если это необходимо.

Разработанный алгоритм является основой программы для оценки комбикормовых линий на стадии их покупки [17, 18]. Пример расчета технологических линий для ООО «КМ АГРО» Княгининского района Нижегородской области показан на рисунках 3-6.

На рисунке 3 представлена вкладка «Исходные данные».

№ п/п	Показатель	Единицы измерения	Обозначение	Формула для расчета	Линия 1	Линия 2	Линия 3	Линия 4	Линия 5
1	Масса оборудования в линии	т	M	-	1,565	1,573	1,5	1,656	1,47
2	Пропускная способность линии (пропускная способность паспортная)	т/ч	Q	-	5	5	5	5	3
3	Суммарная мощность оборудования, входящего в линию	кВт	N	-	71,74	48,74	48	51,7	42,12
4	Габаритные размеры линии:								
	длина	м	a	-	3,38	3,31	1,5	4,85	2,7
	ширина	м	b	-	4	3,79	1,5	6,05	1,6
	высота	м	c	-	4,25	4,4	4,45	4,35	3,55
5	Площадь, занимаемая линией	м²	Fл	$F_{л} = a \cdot b$	13,52	12,5449	2,25	29,3425	4,32
6	Объем, занимаемый линией	м³	Vл	$V_{л} = a \cdot b \cdot c$	57,46	55,19756	10,0125	117,63967	15,336
7	Цена линии	руб	Ц	-	1518000	753877	810000	1110000	2293388
8	Стоимость доставки	руб	Д	-	56742	341524	70351	56252	138392
9	Стоимость монтажа	руб	МН	$МН = Q \cdot Ц / 100$	759000	376938,5	405000	555000	114439
10	Процентная составляющая монтажа	доля	%	-	50	50	50	50	50
11	Суточный объем работ	т/день	S	-	11	11	11	11	11
12	Гарантийный период	ч	Тгар	-	8760	8760	8760	8760	8760
		т	Vгар	$V_{гар} = S \cdot T_{гар}$	96360	96360	96360	96360	96360

Рисунок 3. Исходные данные для расчета технологических линий

На основе введенных исходных данных, включающих технические характеристики и эксплуатационные параметры сравниваемых технологических линий, система переходит к этапу многокритериальной оценки эффективности оборудования.

Оценка технологического оборудования производится по показателям энергоэффективности, ресурсоэффективности, экономической эффективности и показателям качества. В качестве примера на рисунке 4 представлены результаты оценки ресурсоэффективности.

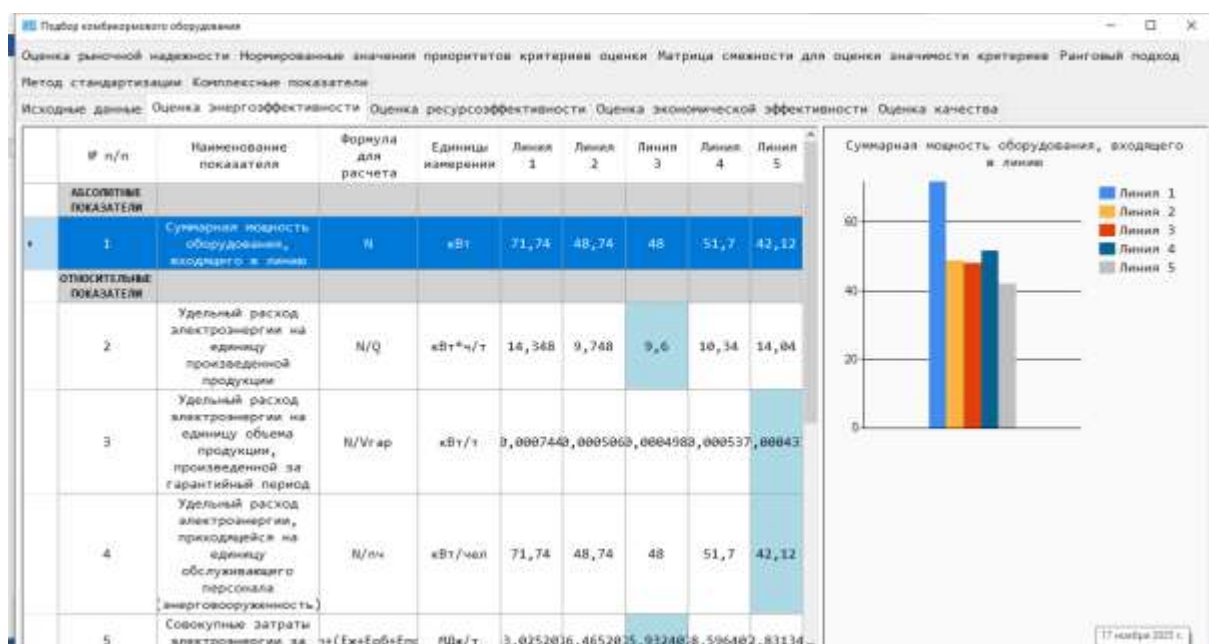


Рисунок 4. Расчет показателей ресурсоэффективности

На рисунке 5 представлена вкладка «Нормированные значения приоритетов критериев». На ней производится выбор значимость критериев эффективности для дальнейшего расчета комплексных показателей.

Платформа комплексного оборудования						
Метод стандартизации: Комплексные показатели						
Исходные данные: Оценка энергоэффективности: Оценка ресурсоэффективности: Оценка экономической эффективности: Оценка качества:						
Оценка рыночной надежности: Нормированные значения приоритетов критериев оценки: Матрица смежности для оценки значимости критериев: Ранговый подход:						
Критерии оценки	Линия 1	Линия 2	Линия 3	Линия 4	Линия 5	Значимость
Коэффициент энергетических затрат	1	0,687696	0,677648	0,717888	0,996344	10
Коэффициент комплектности	0,010431	0,01002	0,001818	0,023171	0,002784	7
Коэффициент технологичности	0,517677	0,649351	0,9	1	0,35	5
Коэффициент использования оборудования в сутки	0,091667	0,091667	0,091667	0,091667	0,152778	3
Коэффициент комплектации Од/Ц (по цене)	1	1	1	1	1	0
Коэффициент комплектации Орф/Осум	1	1	1	1	1	0
Коэффициент унификации	0	0	0	0	0	0
Слест/Собы (по операциям)	0	0	0	0	0	0
Тавст/Тсут (по времени)	0	0	0	0	0	0
Коэффициент экономической затрат	1	0,630892	0,550768	0,73755	1,52993	10

Рисунок 5. Выбор приоритетов критериев для расчета комплексных показателей эффективности

На рисунке 6 показан внешний вид вкладки «Комплексные показатели», где продемонстрированы значения комплексных показателей для сравниваемых комбикормовых линий, рассчитанные по методу расстановки приоритетов, методу стандартизации, ранговому методу, а также с помощью интегрального показателя эффективности подбора оборудования [19].

Наименование показателя	Линия 1	Линия 2	Линия 3	Линия 4	Линия 5
Интегральный показатель эффективности подбора оборудования	0,059204	0,095133	0,051564	0,146046	0,025166
Комплексный показатель по методу расстановки приоритетов	0,62833	0,465313	0,477525	0,56036	0,750126
Показатель по ранговому методу	4	3	2	1	5
Показатель по методу стандартизации	4	3	2	1	5

Рисунок 6. Расчет комплексных показателей

Разработанный алгоритм функционирования эргатической системы подбора комбикормового оборудования представляет собой методологически обоснованный подход к решению многокритериальной задачи выбора технической базы для производства комбикормов. Система интегрирует экспертные знания оператора и аналитические возможности машинного компонента, обеспечивает комплексную оценку оборудования по критериям ресурсо-, энерго- и экономической эффективности, качественным показателям, а также при помощи расчета комплексных показателей. Данная эргатическая система позволит оптимизировать процесс выбора комбикормового оборудования с учетом множества факторов и обеспечит высокую эффективность конечного решения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Технологии и оборудование для производства комбикормов и премиксов : учебное пособие / В. И. Пахомов, Д. В. Рудой, С. В. Брагинцев [и др.]. Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2019. 228 с.
2. Тарасова Т. В. Основные направления повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники // Гуманитарные научные исследования. 2016. № 10. URL: <http://human.snauka.ru/2016/10/16720> (дата обращения: 04.11.2025).
3. Федоренко И. Я., Садов В. В. Многокритериальный выбор комплекта оборудования для хозяйственного производства комбикормов // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 1 (41). С. 81-88.
4. Федоренко И. Я., Садов В. В. Методы выбора оборудования для технологических линий комбикормовых цехов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 7 (165). С. 147-152.
5. Крыгин С. Е. Обеспеченность предприятий АПК сельскохозяйственной техникой // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 нояб. 2024 года. Рязань, 2024. С. 72-78.
6. Технологический расчет кормоприготовительной линии / Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин, С. А. Куликов [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. 2024. № 2 (21). С. 47-54.
7. Анализ результатов исследований по вопросу определения качества кормовой смеси / А. Д. Плотников, М. С. Слащев, Б. В. Прохоров [и др.] // Инновационный вектор развития

- отечественного АПК : материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 23 нояб. 2023 года. Рязань, 2023. С. 101-108.
8. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февр. 2024 года. Киров, 2024. С. 187-191.
9. Солонщиков П. Н. Технологический расчёт линии для приготовления и раздачи кормов : учебно-методическое пособие. Киров : Вят. ГАТУ, 2024. 57 с.
10. Солонщиков П. Н. Обзор технологических линий приготовления и раздачи жидких кормов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 03 февр. 2025 года. Киров, 2025. С. 164-169.
11. ГОСТ 26387-84. Система «человек-машина». Термины и определения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200009516> (дата обращения: 29.09.2025).
12. Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем и системный анализ : учебник для вузов. Москва : Юрайт, 2025. 562 с.
13. Хаджибаева Н. Х. Понятие эргастических систем их классификация и свойства // Евразийский научный журнал. 2017. № 6. С. 260-261.
14. Winter J.C.F. de, Dodou D. Why the Fitts list has persisted throughout the history of function allocation // Cognition, Technology & Work. 2014. V. 16, № 1. P. 1-11.
15. Симачкова М. С. Модель подбора комбикормового оборудования // EurasiaScience : сборник статей LXX международной научно-практической конференции. Москва : ООО «Актуальность.РФ», 2025. С. 106-108.
16. Симачкова М. С. Интегральный показатель эффективности подбора комбикормового оборудования на стадии его покупки // Техника и технологии в животноводстве. 2024. Т. 14, № 2. С. 42-47.
17. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024661687 Российская Федерация. Программа для оценки комбикормовых линий на стадии их покупки : № 2024619266 : заявл. 27.04.2024 : опубл. 21.05.2024 / С. Ю. Булатов, М. С. Симачкова, Д. С. Иванченко ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет».
18. Булатов С. Ю., Симачкова М. С. Последовательность оценки эффективности комбикормового оборудования на стадии его покупки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2025. № 7 (249). С. 71-78.
19. Симачкова М. С. Интегральный показатель эффективности подбора комбикормового оборудования на стадии его покупки // Техника и технологии в животноводстве. 2024. Т. 14, № 2. С. 42-47.