

Глечикова Н.А., Глобин А.Н., Серёгин А.А. Моделирование организационно-технологических приемов снижения уровня потерь зерновой массы при осуществлении сушки, очистки и переработки путем составления материального баланса выхода муки и отходов

-----  
**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**  
=====

УДК 631.362

**Моделирование организационно-технологических приемов  
снижения уровня потерь зерновой массы при осуществлении  
сушки, очистки и переработки путем составления материального  
баланса выхода муки и отходов**

*Глечикова Н.А.<sup>1, 2</sup>, Глобин А.Н.<sup>1</sup>, Серёгин А.А.<sup>2, 3</sup>*

*<sup>1</sup>Азово-Черноморский инженерный институт Донской ГАУ*

*<sup>2</sup>Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова*

*<sup>3</sup>Сальский аграрно-технический колледж*

**Аннотация**

*В статье «Моделирование организационно-технологических приёмов снижения уровня потерь зерновой массы при осуществлении сушки, очистки и переработки путем составления материального баланса выхода муки и отходов» представлена классификация видов потерь зерновой массы и их характеристика, классифицированная по видам и типам потерь зерновой массы, так выделены группы потерь: биологические, механические, агротехнические, климатические, организационные и прочие потери; выявлены агротехнологические мероприятия, согласно технологической карте, где образуются чаще всего потери зерновой массы, выявлена степень воздействия потерь на объём зерновой массы на стадии сушки, очистки и переработки по трем уровням (минимальному, среднему и максимальному); разработана алгоритмическая модель цифровой трансформации совершенствования процесса переработки зерновой массы путём моделирования технологической схемы материального баланса выхода муки с учётом всех видов потерь (учитывает потери от: влажности зерновой массы, сорной примеси, зерновой примеси, базовой природы и стекловидности); произведен расчёт баланса для муки высшего сорта, первого сорта, второго сорта отрубей и кормовой муки. Отобраны показатели для расчёта корреляционной зависимости эффективности переработки зерновой массы от затрат на технологические мероприятия по*

Глечикова Н.А., Глобин А.Н., Серёгин А.А. Моделирование организационно-технологических приемов снижения уровня потерь зерновой массы при осуществлении сушки, очистки и переработки путем составления материального баланса выхода муки и отходов

-----  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

*снижению потерь от отобранных факторов (по данным 2022 года); проведена корреляционная зависимость показателей эффективности и результативности переработки зерновой массы от затрат на сокращение потерь; получены результаты регрессионного анализа зависимости показателей эффективности и результативности переработки зерновых от затрат на совершенствование технологии по снижению потерь; проанализированы результаты дисперсионного анализа зависимости показателей эффективности и результативности переработки зерновых от затрат на совершенствование технологии по снижению потерь.*

**Ключевые слова:** ОЧИСТКА ЗЕРНА, СУШКА И ПЕРЕРАБОТКА ЗЕРНА, ПОТЕРИ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ, ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА, КЛАССИФИКАЦИЯ И ВИДЫ ПОТЕРЬ ЗЕРНА, МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС

---

Производство и переработка сельскохозяйственной продукции представляет собой сложный многоуровневый процесс, объединяющий в себе почти все виды технологической деятельности и большую палитру специализаций. Производство, хранение, рациональное использование и эффективная реализация выращенного урожая с получением максимального уровня прибыли — это основная задача любого сельхозтоваропроизводителя. Заготовка и переработка продукции это один из методов сохранения произведенного урожая и получения дополнительной прибыли от реализации продукции. Незнученным вопросом в данной области является сфера потерь зерновой массы, как при производстве и хранении, так и при заготовке и переработке. Известно, что потери достигают большого удельного веса, как от урожайности и валового сбора, так и от хранения и переработки зерновой массы. Поэтому **целью данной статьи** является изучение технологического процесса заготовки (очистка, сушка) и переработки зерновой массы, а **объектом исследования** — СПК им. Калинина, Кагальницкого района Ростовской области со всеми возможными видами и типами потерь зерновой массы на данной технологической операции.

Значимость переработки сельскохозяйственной продукции как для производителя, так и для народнохозяйственного значения играет большую роль, это связано, как с необходимо-

стью сохранения продукции, так и с использованием этой продукции на различные нужды и регулированием сезонности работ в аграрном производстве.

Развитие и распространение науки и практической значимости о хранении и переработке сельскохозяйственной продукции получила широкое распространение в последние несколько десятков лет, это позволило ввести в практику внедрение новых механизмов усовершенствованных технологических приёмов, гарантирующих сведение к минимуму потерь произведенной продукции и снижение издержек производства при хранении.

В условиях постоянной вводимых санкций переработка сельскохозяйственной продукции и минимизация потерь на всех технологических стадиях является хорошей «подушкой» продовольственной безопасности и источником бесперебойного снабжения населения продуктами питания, промышленность – снабжением сырьем и формирование запасов необходимых видов продукции [1, 2].

Если предприятие не обеспечивает надежную и эффективную реализацию зерновой массы в послеуборочный период, то потери, как натуральные, так и стоимостные могут быть очень велики. Потери зерновой продукции при хранении довольно велики и зависят они от биологических, физических и физиологических свойств зерновой массы. Поэтому переработка зерновой массы в таком случае помогает не только не допустить потерь, но еще и приумножить эффективность производства [3, 4].

Классификация различных видов потерь зерновой массы на стадии сушки, очистки и переработки имеет широкий диапазон проявления. На данном этапе технологического процесса потери чаще всего проявляются как снижение качества зерна, это может происходить по таким категориям как: стекловидность зерна; влажность зерновой массы; уровень зольности; натура; наличие сорной и вредной примеси; содержание больных, травмированных и поврежденных головней зерен; зерновая примесь и мелкое зерно.

Как правило, для длительного хранения муки в промышленном производстве используются складские помещения и базы, срок хранения продуктов здесь может варьироваться от месяца до шести, максимальный срок хранения может составлять до двух лет.

Классификационные признаки имеют широкий диапазон потерь, представленный в таблице 1 и включающий такие виды как: биологические, механические, агротехнические,

климатические, организационные и прочие. Также каждый вид потерь будет иметь экономическую составляющую, так как все потери находят свое отражение в снижении финансово-экономической эффективности.

Крупа и мука являются гигроскопичными продуктами, поэтому на качество хранимой переработанной зерновой продукции оказывают влияние различные факторы, такие как физические, механические, химические, биологические, что приводит к потерям не только качества, но и количества хранимой массы при определенных условиях. Значительное влияние на хранение такой продукции, способной поглощать большое количество влаги, влияет температурный режим и уровень влажности, порча наступает при влажности более 75%.

Таблица 1. Классификация видов потерь зерновой массы и их характеристика

Классификация потерь	Описание вида потерь	Характеристика вида потерь
Биологические	Потери зерновой массы, обусловленные её убылью из-за дыхания, аэрации, усушки, утряски, качество материала, направленного на очистку, сушку и переработку	За счёт испарения влаги из зерновой массы, потери качества
Механические	Потери зерновой массы, обусловленные травмированием зерна в технологической цепочке сушки, очистки и переработки, неотрегулированность машин	Зерно подвержено дроблению и повреждению
Агротехнические	Потери зерновой массы от нарушения технологии очистки, сушки и переработки, сроков хранения, несоблюдением режимов работы	Нарушение технологии способствует потери качества
Климатические	Потери, вызванные нарушением температурного режима, увеличением или недостатком освещения, колебанием влажности и ветрового потока	Несоблюдение режимов влажности, температуры
Организационные	Потери, вызванные простоем техники и работников, недостаточным уровнем квалификации работников, неотрегулированность техники, хищения и недостачи	Потери по вине специалистов
Прочие	Потери, вызванные грызунами, птицами и насекомыми	Уменьшение зерновой массы
Качественные – потери качества продукции зерновой массы	Количественные – потери объёмов зерновой массы	
Нормативные – неизбежные потери, являющиеся частью производственного процесса и которые невозможно избежать	Сверхнормативные – потери, превышающие уровень допустимых потерь зерновой массы	

Вышеперечисленные факторы, говорят о том, что оптимальные сроки хранения переработанной зерновой продукции – крупы и муки в зимнее время должно составлять 6–8 месяцев, а в летнее не более 3-х месяцев. Для обеспечения общего расчётного выхода, а также выхода муки по сортам должны быть устранены все недостатки, обуславливающие неправильное ведение технологического процесса. [4, 5]

Формализация агротехнологических нарушений по степени воздействия на потери зерновой массы на стадии уборки и транспортировки описана в табличной форме и отражается с позиций трех уровней: максимального, минимального и среднего, с учётом всех возможных видов: биологические, механические, агротехнические, климатические, организационные и прочие.

Таблица 2. Формализация агротехнологических нарушений по степени воздействия потерь на объем зерновой массы на стадии сушки, очистки и переработки

№ п/п	Наименование агромероприятия, согласно технологической карте, где могут образоваться потери	Потери зерновой массы к среднему уровню, %		
		min	mid	max
Биологические	Высокая влажность зерна	1,0	10,0	20,0
	Не соответствует зольность	1,0	5,0	10,0
	Не соответствует стекловидность	1,0	5,0	10,0
	Прорастание зерна	0,5	5,0	10,0
	Повреждение эндосперма	0,5	2,0	4,0
	Потери качества зерна	1,0	7,5	15,0
	Незрелое и неполное созревание зерна	2,0	5,0	10,0
Механические	Выбит зародыш или его повреждение	0,5	1,5	3,0
	Механические повреждения зерна	3,0	7,5	15,0
	Микроповреждения	2,5	4,0	8,0
	Макроповреждения	2,5	5,5	11,0
	Плющение	0,5	4,0	8,0
Технологические	Потери физико-механических свойств	0,5	5,0	10,0
	Потери биохимических свойств	1,0	2,5	5,0
	При выгрузке из бункера	2,0	5,0	10,0
	Распыл зерна от дробления	0,5	5,0	10,0
	Нарушение режима очистки	0,5	5,0	10,0
	Нарушение режима сушки	1,0	7,5	15,0
	Нарушение технологии переработки	2,0	10,0	20,0
	Несоблюдение сроков хранения	1,0	5,0	10,0
	Нарушение режима освещенности	1,0	5,0	10,0

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

№ п/п	Наименование агромероприятия, согласно технологической карте, где могут образоваться потери	Потери зерновой массы к среднему уровню, %		
		min	mid	max
Климатические	Высокая влажность помещения	0,5	4,0	8,0
	Пересушивание зерна	2,0	10,0	20,5
	Высокая влажность зерновой массы	2,0	20,0	40,0
	Несоблюдение температурного режима	0,5	12,5	25,0
	Несоблюдение конденсационного режима	0,5	6,0	12,0
Организационные	Простой, хищения	1,0	5,0	10,0
	Наличие вредной примеси в зерновой массе	0,5	10,0	20,0
	Наличие сорной примеси в зерновой массе	1,0	10,0	20,0
	Потери при транспортировке	1,0	6,0	10,0
	Потери при выгрузке из бункера	0,5	6,0	10,0
	Потери от вредителей	0,5	4,5	9,0
	Переработка зерновой массы не соответствует производительности оборудования	1,0	5,0	10,0
Потери внешне-товарных свойств зерна	1,0	5,0	10,0	

Согласно требованиям [6, 7] на предприятиях при переработке зерновой массы, согласно технологии, применяют три подхода выхода продукции:

- 1) базисный выход (переработка зерна базисных кондиций);
- 2) расчётный выход (с учётом фактического качества зерна);
- 3) фактический выход (получают в результате переработки зерновой массы путём определения массы переработанного зерна, муки, кормовых зернопродуктов, отходов и механических потерь с учётом усушки) [7, 8].

Алгоритмическая модель цифровой трансформации совершенствования процесса переработки зерновой массы путём моделирования технологической схемы материального баланса выхода муки с учётом всех видов потерь учитывает потери от: влажности зерновой массы, сорной примеси, зерновой примеси, базовой природы и стекловидности. Расчёт баланса произведен для муки высшего сорта, первого сорта, второго сорта отрубей и кормовой муки.

**Алгоритм включает следующие блоки:**

№ блока	Наименование блоков алгоритма
1.	Начало алгоритма.

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

№ блока	Наименование блоков алгоритма
2.	Исходные данные для расчёта модели.
3.	Условие – соответствует ли базовая влажность зерновой массы фактической?
4.	Условие – соответствует ли уровень базовой сорной примеси в зерновой массе фактической?
5.	Условие – соответствует ли уровень базовой зерновой примеси в зерновой массе фактической?
6.	Условие – соответствует ли уровень базовой природы фактической?
7.	Условие – соответствует ли уровень базовой стекловидности зерновой массы фактической?
8.	Определение потерь выхода муки высшего сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по влажности.
9.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку высшего сорта из-за отклонения по влажности.
10.	Определение потерь выхода муки первого сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по влажности.
11.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку первого сорта из-за отклонения по влажности.
12.	Определение потерь выхода муки второго сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по влажности.
13.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку второго сорта из-за отклонения по влажности.
14.	Определение потерь выхода отрубей при переработке пшеницы из-за отклонения по влажности.
15.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в отруби из-за отклонения по влажности.
16.	Определение потерь выхода кормовой мушки при переработке пшеницы из-за отклонения по влажности.
17.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в кормовую мушку из-за отклонения по влажности.
18.	Определение потерь выхода муки высшего сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по наличию сорной примеси.
19.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку высшего сорта из-за отклонения по наличию сорной примеси.
20.	Определение потерь выхода муки первого сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по наличию сорной примеси.
21.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку первого сорта из-за отклонения по наличию сорной примеси.
22.	Определение потерь выхода муки второго сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по наличию сорной примеси.
23.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку второго сорта из-за отклонения по наличию сорной примеси.
24.	Определение потерь выхода отрубей при переработке пшеницы из-за отклонения по наличию сорной примеси.
25.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в отруби из-за отклонения по наличию сорной примеси.

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

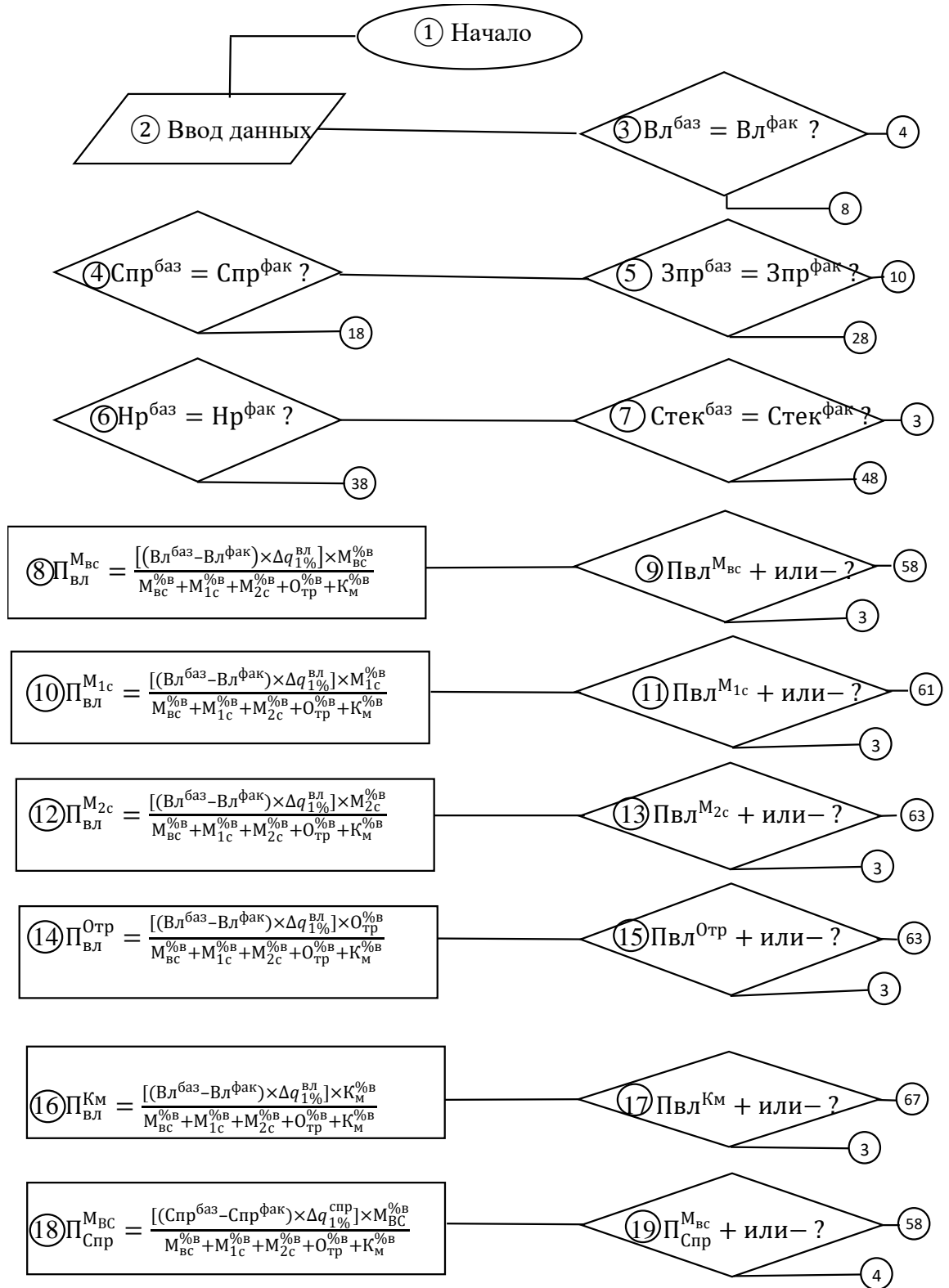
№ блока	Наименование блоков алгоритма
26.	Определение потерь выхода кормовой мушки при переработке пшеницы из-за отклонения по наличию сорной примеси.
27.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в кормовую мушку из-за отклонения по наличию сорной примеси.
28.	Определение потерь выхода муки высшего сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по наличию зерновой примеси.
29.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку высшего сорта из-за отклонения по наличию зерновой примеси.
30.	Определение потерь выхода муки первого сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по наличию зерновой примеси.
31.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку первого сорта из-за отклонения по наличию зерновой примеси.
32.	Определение потерь выхода муки второго сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по наличию зерновой примеси.
33.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку второго сорта из-за отклонения по наличию зерновой примеси.
34.	Определение потерь выхода отрубей при переработке пшеницы из-за отклонения по наличию зерновой примеси.
35.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в отруби из-за отклонения по наличию зерновой примеси.
36.	Определение потерь выхода кормовой мушки при переработке пшеницы из-за отклонения по наличию зерновой примеси.
37.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в кормовую мушку из-за отклонения по наличию зерновой примеси.
38.	Определение потерь выхода муки высшего сорта при переработке пшеницы из-за отклонения натуре.
39.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку высшего сорта из-за отклонения натуре.
40.	Определение потерь выхода муки первого сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по наличию натуре.
41.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку первого сорта из-за отклонения натуре.
42.	Определение потерь выхода муки второго сорта при переработке пшеницы из-за отклонения натуре.
43.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку второго сорта из-за отклонения натуре.
44.	Определение потерь выхода отрубей при переработке пшеницы из-за отклонения натуре.
45.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в отруби из-за отклонения натуре.
46.	Определение потерь выхода кормовой мушки при переработке пшеницы из-за отклонения натуре.
47.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в кормовую мушку из-за отклонения натуре.
48.	Определение потерь выхода муки высшего сорта при переработке пшеницы из-за

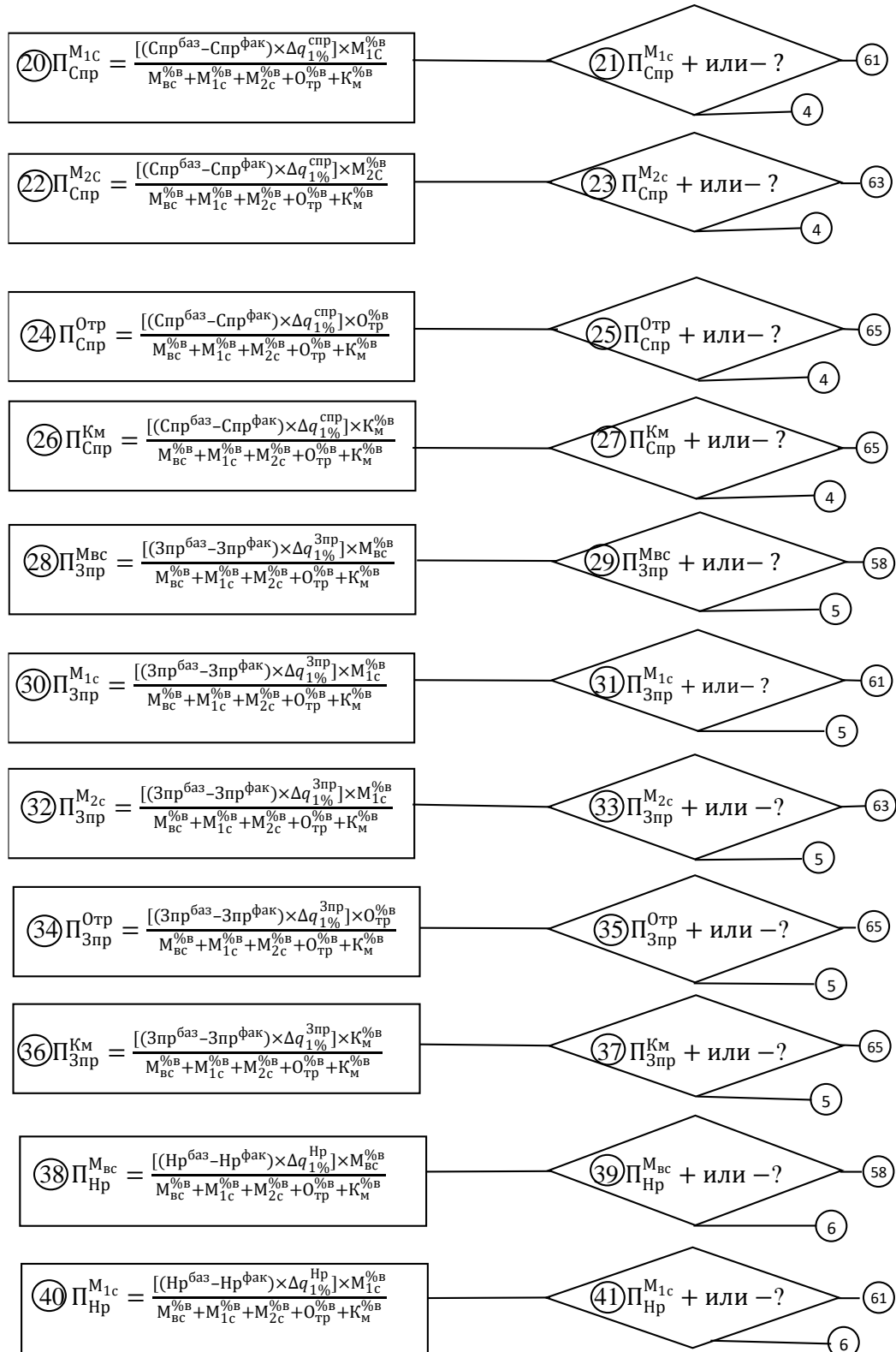


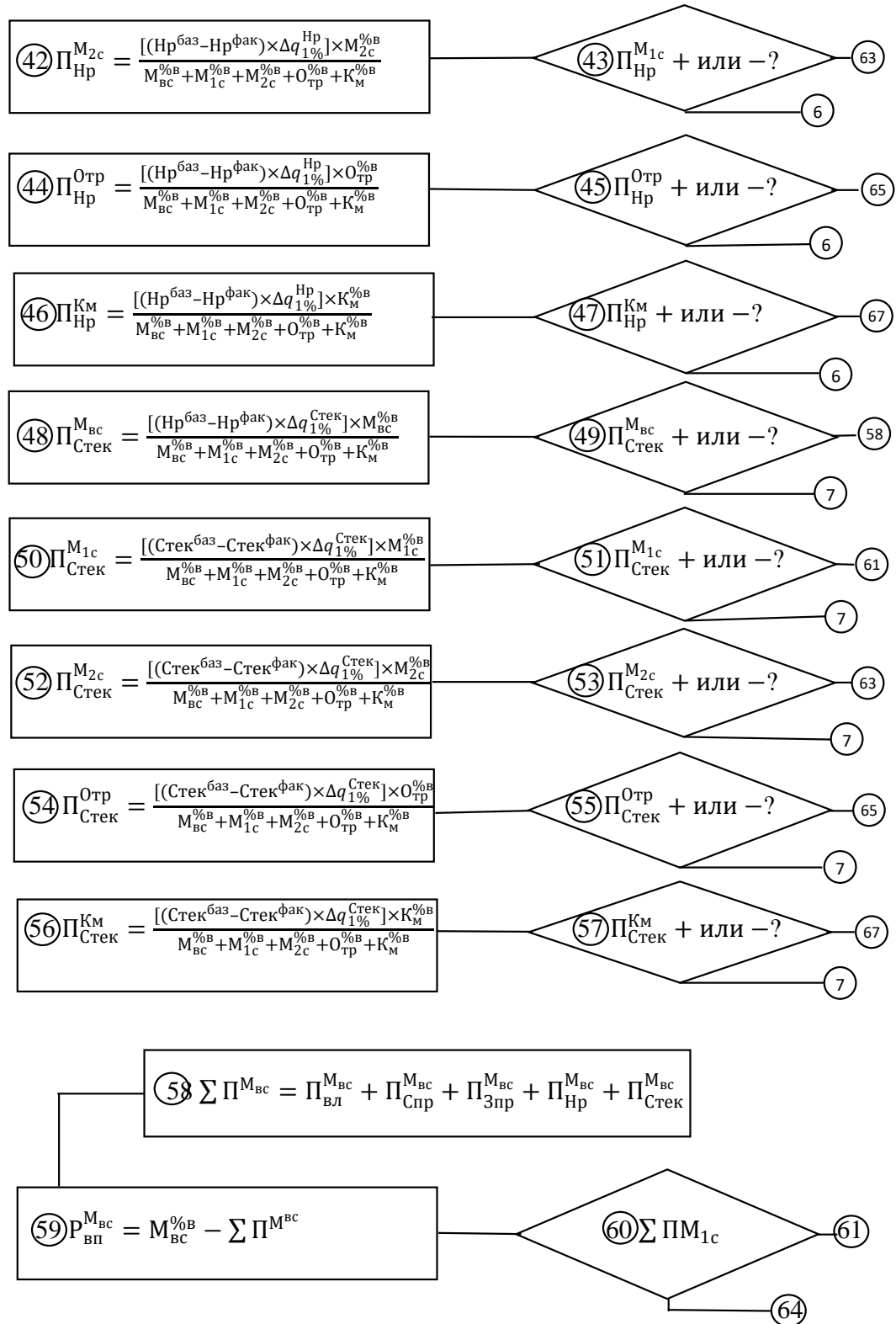
**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

№ блока	Наименование блоков алгоритма
	отклонения по стекловидности.
49.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку высшего сорта из-за отклонения по стекловидности.
50.	Определение потерь выхода муки первого сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по стекловидности.
51.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку первого сорта из-за отклонения по стекловидности.
52.	Определение потерь выхода муки второго сорта при переработке пшеницы из-за отклонения по стекловидности.
53.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в муку второго сорта из-за отклонения по стекловидности.
54.	Определение потерь выхода отрубей при переработке пшеницы из-за отклонения по стекловидности.
55.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в отруби из-за отклонения по стекловидности.
56.	Определение потерь выхода кормовой мушки при переработке пшеницы из-за отклонения по стекловидности.
57.	Условие – положительный или отрицательный уровень потерь при переработке пшеницы в кормовую мушку из-за отклонения по стекловидности.
58.	Сумма всех видов потерь по влажности, сорной примеси, зерновой примеси и мелкому зерну, натуре и стекловидности при переработке пшеницы в муку высшего сорта.
59.	Итоговый расчетный выход муки высшего сорта.
60.	Сумма всех видов потерь по влажности, сорной примеси, зерновой примеси и мелкому зерну, натуре и стекловидности при переработке пшеницы в муку первого сорта.
61.	Итоговый расчетный выход муки первого сорта.
62.	Сумма всех видов потерь по влажности, сорной примеси, зерновой примеси и мелкому зерну, натуре и стекловидности при переработке пшеницы в муку второго сорта.
63.	Итоговый расчетный выход муки второго сорта.
64.	Сумма всех видов потерь по влажности, сорной примеси, зерновой примеси и мелкому зерну, натуре и стекловидности при переработке пшеницы в отруби.
65.	Итоговый расчетный выход отрубей.
66.	Сумма всех видов потерь по влажности, сорной примеси, зерновой примеси и мелкому зерну, натуре и стекловидности при переработке пшеницы в кормовую мушку.
67.	Итоговый расчетный выход кормовой мушки.
68.	Общий баланс выхода всей продукции в процентом выражении (100%).
69.	Условие – равен ли баланс 100%?
70.	Результат.

Алгоритмическая модель цифровой трансформации совершенствования процесса переработки зерновой массы путем моделирования технологической схемы материального баланса выхода муки с учетом всех видов потерь представлена блок-схемой.







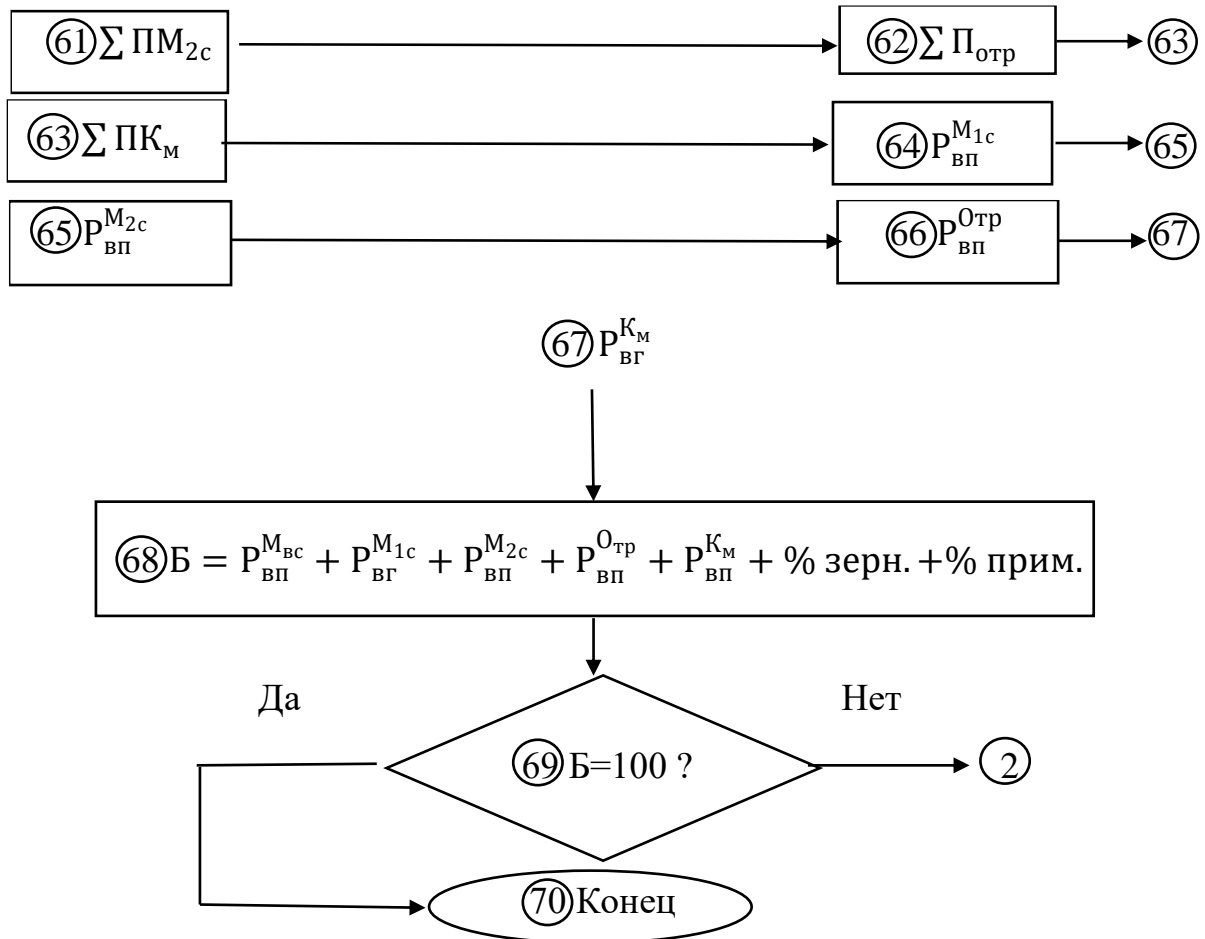


Рис. 1. Алгоритмическая модель цифровой трансформации совершенствования процесса переработки зерновой массы путём моделирования технологической схемы материального баланса выхода муки с учётом всех видов потерь

**Алгоритмическая модель имеет условные обозначения:**

$V_{л}^{баз}$ , $V_{л}^{фак}$ – базовая и фактическая влажность поступившей на переработку зерновой массы, %;
$C_{пр}^{баз}$ , $C_{пр}^{фак}$ – базовое и фактическое содержание сорной примеси в зерновой массе, поступившей на переработку, %;
$Z_{пр}^{баз}$ , $Z_{пр}^{фак}$ – базовое и фактическое содержание зерновой примеси в зерновой массе, поступившей на переработку, %;
$H_{р}^{баз}$ , $H_{р}^{фак}$ – базовой и фактическое содержание природы в зерновой массе, поступившей на переработку, %;
$C_{стек}^{баз}$ , $C_{стек}^{фак}$ – базовый и фактический уровень стекловидности зерновой массы, поступившей на переработку, %;

$P_{\text{вл}}^{\text{Мвс}}$	– потери муки высшего сорта от уровня влажности зерновой массы;
$P_{\text{вл}}^{\text{М1с}}$	– потери муки первого сорта от уровня влажности зерновой массы;
$P_{\text{вл}}^{\text{М2с}}$	– потери муки второго сорта от уровня влажности зерновой массы;
$P_{\text{вл}}^{\text{Отр}}$	– потери отрубей от уровня влажности зерновой массы;
$P_{\text{вл}}^{\text{Км}}$	– потери кормовой мушки от уровня влажности зерновой массы;
$\Delta q_{1\%}^{\text{вл}}$	– изменение содержания влажности в зерне больше базисного, то за каждый процент содержания влажности сверх базиса выход продуктов уменьшают на 1%, соответственно, это величина, на которую возрастает выход кормовых зернопродуктов;
$\Delta q_{1\%}^{\text{Спр}}$	– изменение содержания сорной примеси в зерне больше базисного, то за каждый процент примеси сверх базиса выход продуктов уменьшают на 1%, соответственно, это величина, на которую возрастает выход кормовых зернопродуктов;
$\Delta q_{1\%}^{\text{Зпр}}$	– изменение содержания зерновой примеси в зерне больше базисного, то за каждый процент примеси сверх базиса выход продуктов уменьшают на 1%, соответственно, это величина, на которую возрастает выход кормовых зернопродуктов;
$\Delta q_{1\%}^{\text{Нр}}$	– изменение содержания природы в зерне больше базисного, то за каждый процент природы сверх базиса выход продуктов уменьшают на 1%, соответственно, это величина, на которую возрастает выход кормовых зернопродуктов;
$\Delta q_{1\%}^{\text{Стек}}$	– изменение содержания стекловидности в зерне больше базисного, то за каждый процент стекловидности сверх базиса выход продуктов уменьшают на 1%, соответственно, это величина, на которую возрастает выход кормовых зернопродуктов;
$M_{\text{ВС}}^{\% \text{в}}$	– удельный вес выхода муки высшего сорта из поступившей на переработку зерновой массы, %;
$M_{\text{1С}}^{\% \text{в}}$	– удельный вес выхода муки первого сорта из поступившей на переработку зерновой массы, %;
$M_{\text{2С}}^{\% \text{в}}$	– удельный вес выхода муки второго сорта из поступившей на переработку зерновой массы, %;
$O_{\text{гр}}^{\% \text{в}}$	– удельный вес выхода отрубей из поступившей на переработку зерновой массы, %;
$K_{\text{м}}^{\% \text{в}}$	– удельный вес выхода кормовой мушки из поступившей на переработку зерновой массы, %;
$P_{\text{Спр}}^{\text{Мвс}}$	– потери муки высшего сорта от уровня сорной примеси в зерновой массе;
$P_{\text{Спр}}^{\text{М1с}}$	– потери муки первого сорта от уровня сорной примеси в зерновой массе;
$P_{\text{Спр}}^{\text{М2с}}$	– потери муки второго сорта от уровня сорной примеси в зерновой массе;
$P_{\text{Спр}}^{\text{Отр}}$	– потери отрубей от уровня сорной примеси в зерновой массе;
$P_{\text{Спр}}^{\text{Км}}$	– потери кормовой мушки от уровня сорной примеси в зерновой массе;
$P_{\text{Зпр}}^{\text{Мвс}}$	– потери муки высшего сорта от уровня зерновой примеси в зерновой массе;
$P_{\text{Зпр}}^{\text{М1с}}$	– потери муки первого сорта от уровня зерновой примеси в зерновой массе;

$P_{3пр}^{M2c}$	– потери муки второго сорта от уровня зерновой примеси в зерновой массе;
$P_{3пр}^{Отр}$	– потери отрубей от уровня зерновой примеси в зерновой массе;
$P_{3пр}^{Км}$	– потери кормовой мушки от уровня зерновой примеси в зерновой массе;
$P_{Нр}^{Mвс}$	– потери муки высшего сорта от природы в зерновой массе;
$P_{Нр}^{M1c}$	– потери муки первого сорта от природы в зерновой массе;
$P_{Нр}^{M2c}$	– потери муки второго сорта от природы в зерновой массе;
$P_{Нр}^{Отр}$	– потери отрубей от природы в зерновой массе;
$P_{Нр}^{Км}$	– потери кормовой мушки от природы в зерновой массе;
$P_{Стек}^{Mвс}$	– потери муки высшего сорта от уровня стекловидности зерновой массы;
$P_{Стек}^{M1c}$	– потери муки первого сорта от уровня стекловидности зерновой массы;
$P_{Стек}^{M2c}$	– потери муки второго сорта от уровня стекловидности зерновой массы;
$P_{Стек}^{Отр}$	– потери отрубей от уровня стекловидности зерновой массы;
$P_{Стек}^{Км}$	– потери кормовой мушки от уровня стекловидности зерновой массы;
$R_{ВП}^{Mвс}$	– расчётный выход муки высшего сорта с учетом всех видов потерь;
$R_{ВП}^{M1c}$	– расчётный выход муки первого сорта с учетом всех видов потерь;
$R_{ВП}^{M2c}$	– расчётный выход муки второго сорта с учетом всех видов потерь;
$R_{ВП}^{Отр}$	– расчётный выход отрубей с учетом всех видов потерь;
$R_{ВП}^{Км}$	– расчётный выход кормовой мушки с учетом всех видов потерь;
$\sum P^{Mвс}$	– суммарные потери выхода муки высшего сорта при переработке зерновой массы;
$\sum P^{M1c}$	– суммарные потери выхода муки первого сорта при переработке зерновой массы;
$\sum P^{M2c}$	– суммарные потери выхода муки второго сорта при переработке зерновой массы;
$\sum P^{Отр}$	– суммарные потери выхода отрубей при переработке зерновой массы;
$\sum P^{Км}$	– суммарные потери выхода кормовой мушки при переработке зерновой массы;
Б	– материальный баланс выхода продукции при переработке зерновой массы;

Управление технологическими процессами переработки зерна всегда предусматривает как затратные методы с применением введения в измененную технологию дополнительного оборудования, так и изменение самой технологии с совершенствованием только процессов переработки или дополнительной обработки зерна. Так, в рамках действующей технологии на анализируемом предприятии СПК им. Калинина для гидротермической обработки зерно

обрабатывается специальными ферментами, затраты на соответствующие ёмкости и дозаторы для обработки зерна не требуются, так как имеются в наличии. Методы увлажнения и отволаживания для кондиционирования зерна на предприятиях используют в зависимости от выбранной технологии, на анализируемом предприятии – этап переработки продукции отсутствует и только планируется развитие этой отрасли. Другие предприятия для интенсификации кондиционирования зерновой массы методом увлажнения и отволаживания используют технологию в зависимости от имеющегося оборудования.

Для примера рассмотрим российского производителя вспомогательного средства «Грейн Ингредиент» – EnzoWay5.02, данная продукция имеет высокую степень действия природного происхождения. Что позволяет получать муку с высокими хлебопекарными качествами. Использование такой технологии позволит экономить как энергоносители, так и сырьё, повышать показатели результативности и эффективности производства продукции. Согласно инструкции [5, 9, 10] принцип действия заключается в том, что под воздействием композиции ферментов EnzoWay 5.02 в период отволаживания зерна ослабляются связи эндосперма и алейронового слоя зерна, поэтому при кондиционировании будет повышаться проницаемость зерна для влаги и зерно приобретает качества пластичного тела. Это приводит к оптимизации технологических качеств и сокращению продолжительности кондиционирования. Используя помол такого зерна, будет увеличиваться общий выход муки и ее биологическая ценность, возрастает количество клейковины за счет попадания в продукт помола периферийных частей эндосперма. В результате обработки зерна композицией ферментов EnzoWay 5.02 – ферментативный гидролиз оболочек зерна позволяет снизить количество тяжелых металлов в продуктах помола, вследствие десорбции ионов металлов.

Такая технология обработки зерна подтверждена многими испытаниями, проводимыми ООО «Грейн Ингредиент» [7, 10]. В результате лабораторного испытания зерновую массу увлажняли до 16,5%, ферменты растворяли в воде и вводили на этапе гидротермической обработки, продолжительность отволаживания проводилась до 18 часов. Образцы зерновой массы, обработанные таким методом, показали выход продукции в следующих объемах: 74, 79 и 82%. Без обработки зерна ферментом выход составил – 60%. При продолжительности



отволаживания 10 часов, визуальный осмотр показал, что эта партия зерна стала на тон светлее, а оболочка зерна этой партии стала рыхлой и сморщенной [7, 10].

Повышение стоимости от введения ферментативного комплекса на стадии гидротермической обработки составляет 180 рублей на 1 тонну зерновой массы, что полностью окупается увеличением выхода муки высшего сорта и повышением её качеств. После проведения лабораторных выпечек из такой муки значительно увеличился объёмный выход хлеба, наблюдается упругая деформация и формоустойчивость. Структура пористости мякиша оказалась равномерной и развитой, хлеб значительно дольше сохранял свои качества и стал дольше сохранять свежесть. Это запатентованный метод обработки зерна перед помолом, для повышения качества гидратации зерна и увеличения выхода муки.

Совершенствование технологического процесса переработки зерновой массы включает определенные затраты на каждом этапе технологического процесса, складывающиеся из оборудования и средств обработки зерновой массы. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Данные по эффективности технологий первичной обработки влажного зерна

Технология	Назначение основное	Машина и энергопотребность	Преимущество	Недостаток
Термическая сушка на традиционных энергоносителях	Семена, зерно продовольственное и кормовое	5–11 мДж/кг влаги STUURMAN 4200000 руб. 18 т./ч. 2 чел.	Широкий диапазон влажности. Скорость процесса. Минимальные потери	Большие затраты тепловой энергии. Снижение качества при наименьшем нарушении технологии
Активное вентилирование	Семена, зерно продовольственное и кормовое	1,5–2,5 мДж/кг влаги Аэратор зерна ЗВУ 57000 руб. 1,1 кВт 1 чел.	Энергосбережение. Высокое качество продукции	Ограниченный диапазон влажности. Продолжительность процесса
Охлаждение	Зерно продовольственное и кормовое	2–6 кВт.ч/т зерна UCWA.503.XXX 280000 руб. 24 кВт 2 чел.	Энергосбережение. Защита от вредителей и болезней	Продолжительность процесса. Специальное оснащение, регулярный сервис
Комбинированная сушка с вентилированием	Семена, зерно продовольственное и кормовое	Уменьшение на 20–40% в сравнении с	Относительное энергосбережение.	Высокое качество продукции Осложненное

Технология	Назначение основное	Машина и энергопотребность	Преимущество	Недостаток
или охлаждением		сушкой ZLATA 40-160 т/ч 7,5 кВт 230000 руб. 1 чел.		разнотипное оснащение
Хранение с постепенной доработкой	Семена, зерно продовольственное	Уменьшение на 25–50% в сравнении с сушкой 3 чел.	Относительное энергосбережение. Высокое качество продукции	Невысокая влажность
Это запатентованный метод обработки зерна перед помолом композицией ферментов Enzoay 5.02			180 руб./тонну	

Эффективность производства зерновых культур в наибольшей степени зависит от качества зерна. Чем оно выше, тем оно рентабельнее и его производство обходится с меньшими затратами. Такое зерно хранится намного дольше, и получить из него можно больше доброкачественных продуктов самого разнообразного ассортимента (табл. 4–7).

Таблица 4. Показатели для расчёта корреляционной зависимости эффективности переработки зерновой массы от затрат на технологические мероприятия по снижению потерь от отобранных факторов (по данным 2022 года)

Наименование видов полученной переработанной продукции	Себестоимость произведенной продукции, руб./ц.	Уровень рентабельности произведенной продукции, %	Норма прибыли, %	Выручка от продажи продукции, тыс. руб.
Мука высшего сорта	2000	26,5	21,2	5040,00
Мука первого сорта	1620	22,8	19,1	3330,00
Мука второго сорта	1405	18,4	13,8	2062,50
Отруби	600	14,2	12,1	85,50
Кормовая мучка	1340	17,3	15,4	51,00

Таблица 5. Корреляционная зависимость показателей эффективности и результативности переработки зерновой массы от затрат на сокращение потерь

Наименование показателей	Факторы						
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
	Затраты на обработку зерна композицией ферментов Enzo Way 5.02	Затраты на термическую сушку на традиционных энергоносителях	Затраты на активное вентилирование	Затраты на охлаждение зерновой массы	Затраты на комбинированную сушку с вентилированием или охлаждением	Затраты на хранение с постепенной доработкой	Затраты на заработную плату работникам
При min значениях факторного признака							
Себестоимость	0,1245	0,3516	0,1340	0,2874	0,4785	0,3154	0,6148
Рентабельность	-0,3118	-0,0975	-0,2971	-0,3971	-0,0875	-0,2687	-0,2697
Норма прибыли	-0,2127	-0,2451	-0,0687	-0,2187	-0,1453	-0,0879	-0,0217
Прибыль	-0,0652	-0,0647	-0,0425	-0,5472	-0,0574	-0,0478	-0,0725
При max значениях факторного признака							
Себестоимость	0,5741	0,6814	0,4189	0,6104	0,5321	0,4315	0,4687
Рентабельность	-0,2861	-0,0876	-0,7541	-0,0875	-0,4251	-0,6487	-0,5321
Норма прибыли	-0,0874	-0,1254	-0,0898	-0,2607	-0,2641	-0,1087	-0,0879
Прибыль	-0,0642	-0,0942	-0,0706	-0,1065	-0,2045	-0,0652	-0,0219

Таблица 6. Результаты регрессионного анализа зависимости показателей эффективности и результативности переработки зерновых от затрат на совершенствование технологии по снижению потерь

Наименование показателей	Регрессионная статистика себестоимости произведенной продукции, руб./ц.	Регрессионная статистика уровня рентабельности производства зерновых, %	Регрессионная статистика нормы прибыли, %	Регрессионная статистика прибыли от переработки зерновой массы, тыс. руб.
Множественный R	0,8087423	0,9087642	0,8257830	0,9587206
R-квадрат	0,7452147	0,8876172	0,7469872	0,8087642
Нормированный	-0,6875130	0,7875413	0,7057183	0,7875403
Стандартная ошибка	8,125761	9,0847131	11,6812540	21,094697
Наблюдения	7	7	7	7

Таблица 7. Результаты дисперсионного анализа зависимости показателей эффективности и результативности переработки зерновых от затрат на совершенствование технологии по снижению потерь

Наименование показателей	Дисперсионный анализ себестоимости произведенной продукции, руб./ц.	Дисперсионный анализ уровня рентабельности переработки зерновой массы, %	Дисперсионный анализ нормы прибыли, %	Дисперсионный анализ прибыли от производства продукции, тыс. руб.
Y - пересечение	2007	42,3	31,6	3258
X <sub>1</sub> - переменная	3,91336172	-1,13431562	-0,7854101	-0,78216712
X <sub>2</sub> - переменная	4,02197518	-1,34615172	-0,8516346	-0,59876412
X <sub>3</sub> - переменная	0,61312452	-0,31648415	-0,5871642	-0,68721648
X <sub>4</sub> - переменная	2,35873287	-2,65874215	-0,6278417	-0,48751621
X <sub>5</sub> - переменная	2,45871254	-0,35887547	-0,8614728	-0,58761246

Корреляционно-регрессионный анализ показывает как прямую, так и обратную зависимость от статей затрат, из таблицы видно, что с ростом затрат себестоимость будет расти, а такие показатели, как уровень рентабельности и норма прибыли будут снижаться, но при введении в уравнение дополнительно сохранной зерновой массы предприятие получит дополнительную прибыль.

Анализируя таблицу 7 коэффициент детерминации R-квадрат в рассматриваемом примере составляет – 0,745; 0,887; 0,746; 0,808. Это означает, что расчётные параметры модели (затраты на совершенствование технологии по минимизации потерь зерновой массы) именно на такую величину объясняют зависимость между изучаемыми параметрами 74,5% себестоимости произведенной продукции 88,7% уровня рентабельности производства зерновых 74,6% нормы прибыли и 80,8% прибыли от переработки зерновой массы. Качество построенной модели, подтверждается уровнем коэффициента детерминации. Высокая степень связи если более 0,8. Слабая связь – меньше 0,5 (такой анализ вряд ли можно считать состоявшимся). Коэффициент 2007, 42,3, 31,6 и 3258 показывает, каким будет Y, если все пе-

ременные в рассматриваемой модели будут сведены к 0, что на практике достичь не является возможным.

Далее коэффициенты  $x_1 - x_5$  показывают весомость переменной X на Y. То есть изменяться себестоимость, рентабельность и норма прибыли будут именно на эту величину.

#### Список использованных источников:

1. Гарькавый В.В., Глечикова Н.А. Экономика и прогнозирование потерь зерна в сельскохозяйственном предприятии. – Ростов-на-Дону: ГНУ ВНИИЭиН, 2005. – 154 с.
2. Курепина Н.Л., Болаев Б.К., Оконов М.М., Салаев Б.К., Серёгин А.А., Глечикова Н.А. К вопросу обоснования эколого-реабилитационных технологий сельскохозяйственного природопользования в Калмыкии // Вестник аграрной науки Дона. – 2022. – Т. 15. – № 4 (60). – С. 17–28.
3. Саитов В.В., Кузьменко О.В., Глечикова Н.А. Оценка состояния и проблем развития сельскохозяйственного производства в Орловском районе Ростовской области // Активная честолюбивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. – 2021. – № 1 (10). – С. 81–88.
4. Качанова Л.С., Глечикова Н.А., Рева А.Ф. Практико-ориентированный подход ресурсной конфигурации в формировании стратегии управления аграрным сектором региона // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 10 (111). – С. 478–486
5. Матяшов В.В., Рудская И.Б., Глечикова Н.А. Повышение прибыльности и рентабельности деятельности сельскохозяйственной организации в целях обеспечения ее финансовой безопасности // Активная честолюбивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. – 2020. – № 1 (8). – С. 54–58.
6. Бондаренко А.М., Качанова Л.С., Глечикова Н.А., Рева А.Ф. Формирование механизма управления технологиями рециклинга органических отходов в аграрном секторе экономики // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 6. – С. 117–127.
7. Глечикова Н.А., Серёгин А.А., Рева А.Ф. Комплексная оценка развития сельских территорий (на примере Южного федерального округа) // Международный научный журнал. – 2017. – №5. – С. 112–113
8. Глечикова Н.А., Серёгин А.А., Рева А.Ф. Экологическая безопасность и экономические риски проекта по переработки отходов в Ростовской области // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – № S4. – С. 105–113.
9. Nechaev V.I., Glechikova N.A., Serilogin A.A. Developing Breeding and Seed-Breeding

Глечикова Н.А., Глобин А.Н., Серёгин А.А. Моделирование организационно-технологических приемов снижения уровня потерь зерновой массы при осуществлении сушки, очистки и переработки путем составления материального баланса выхода муки и отходов

=====

*Электронный научно-производственный журнал*  
**«АгроЭкоИнфо»**

=====

in Russia: Organizationai, Economic, and Legal Aspects // The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. Lecture Notes in Networks and System, Volume 1. – 2021, 205

10. Nechaev V.I., Glechikova N.A., Serigin A.A. Modeling the Development of the Economic Security System of Regions as the Basis of Stability // Studies in Systems, Decision and Control, – 2020, 282.

=====

**Цитирование:**

Глечикова Н.А., Глобин А.Н., Серёгин А.А. Моделирование организационно-технологических приемов снижения уровня потерь зерновой массы при осуществлении сушки, очистки и переработки путем составления материального баланса выхода муки и отходов [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 1. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/1/st\\_118.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/1/st_118.pdf)